

ACA
0141
.5

HARVARD UNIVERSITY.



LIBRARY
OF THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
4505

Exchange

November 29, 1922.

ИЗВѢСТІЯ
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

ТОМЪ X. 1916.

Январь—Май, №№ 1—10.

Первая часть.

BULLETIN
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

TOME X. 1916.

Janvier—Mai, №№ 1—10.

Première partie.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Май 1916 г. Непременный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лия., № 12.

27
11-33

ТОМЪ X.—TOME X.

Оглавленіе первой части.—Sommaire de la première partie.

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

№ 1, 15 января.

Статьи:

	СТР.
Б. А. Тураевъ. Египтологическія замѣтки. VIII—XI	1
Н. Н. Ефремовъ. О строеніи органической эвтектики. Часть II. (Съ 4 таблицами).	21
Н. И. Безбородько. Делесситъ окрестностей Кварцханскаго мѣднаго мѣсторожденія Батумской области	47
Новыя изданія	55

№ 2, 1 февраля.

Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	57
Приложеніе: Докладъ Комиссіи по обсужденію нѣкоторыхъ вопросовъ, касающихся преподаванія математики въ средней школѣ	66

Доклады о научныхъ трудахъ:

О. О. Баклундъ. Кристаллическія породы съ сѣвернаго побережья Сибири. II. Породы западнаго побережья Таймырскаго полуострова. (Съ картой распредѣленія породъ, 6 таблицами и 15 рисунками въ текстѣ)	89
--	----

Извѣстія И. А. Н. 1916.

№ 1, 15 Janvier.

Mémoires:

	PAG.
*B. A. Turaev. Notes égyptologiques. VIII—XI	1
*N. N. Efremov. La structure de l'eutectique des substances organiques. II partie. (Avec 4 planches)	21
*N. I. Bezborodiko (Besborodko). Délessite de Kvarzhany, district de Batum.	47
*Publications nouvelles	55

№ 2, 1 Février.

*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	57
*Appendice: Rapport de la Commission concernant certaines questions de l'enseignement des mathématiques dans l'école secondaire	66

Comptes-Rendus:

*H. Backlund. Les roches cristallines du littoral septentrional de la Sibérie. II. Les roches du littoral occidental de la presqu'île Tajmyr. (Avec une carte pétrographique, 6 planches et 15 figures dans le texte)	89
---	----

	СТР.
В. Бротерусъ, О. Кузенева и Н. Прохоровъ. Списокъ мховъ Амурской и Якутской областей	90

Б. Н. Городновъ. Краткій отчетъ о совер- шенной въ 1915 г. поѣздкѣ въ Ля- пинскій край, Тобольской губ. . . .	91
---	----

Статьи:

И. Михайловъ. <i>Nostoc coeruleum</i> Lyngb. Строение его таллома и размноженіе. (Съ 2 таблицами).	95
--	----

№. 3, 15 февраля.

Статьи:

П. Земятченскій. Фельдшпатизация извест- вяковъ. (Съ 1 таблицей)	99
В. Заленскій. Созрѣваніе и оплодотвореніе яйца <i>Salpa maxima-africana</i>	123
*А. М. Ляпуновъ. Объ уравненіяхъ, принад- лежащихъ поперхностямъ производ- ныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равно- вѣсія вращающейся жидкости . . .	139

В. А. Стенловъ. О приближенномъ вычи- сленіи опредѣленныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ. Сходимость формулъ ме- ханическихъ квадратуръ	169
---	-----

В. И. Палладинъ и Д. А. Сабининъ. Разло- женіе молочной кислоты убитыми дрожжами	187
--	-----

А. П. Ивановъ. Фауна позвоночныхъ въ верхнесарматскихъ отложеніяхъ Ста- вропольской губерніи	195
--	-----

Новыя изданія	199
-------------------------	-----

№. 4, 1 марта.

Александръ Ивановичъ Воейковъ. Не- крологъ. Читанъ М. А. Рыкаче- вымъ. (Съ портретомъ)	201
--	-----

Доклады о научныхъ трудахъ:

С. Θ. Дмитріевъ. Къ циклу развитія <i>Phyl- lachora Podagrariae</i> (Roth) Fuckel и <i>Septoria Chelidonii</i> Desm.	211
---	-----

PAG.

*V. Brotherus, O. Kuzeneva et N. Prochorov. Liste de mousses des provinces d'Amour et de Jakutsk	90
--	----

*B. Gorodkov. Rapport préliminaire sur une excursion dans la contrée de Liapine du gouvernement Tobolsk en 1915 . .	91
---	----

Mémoires:

*I. Michajlov. <i>Nostoc coeruleum</i> Lyngb. Structure de son tallome et sa repro- duction. (Avec 2 planches).	95
---	----

№. 3, 15 Février.

Mémoires:

*P. Zemiatčenskij. Sur la feldspatisation des calcaires. (Avec 1 planche)	99
--	----

*V. V. Zalsenskij. La maturation et fécondation de l'oeuf de <i>Salpa maxima-africana</i> .	123
--	-----

A. Liapounoff (Liapunov). Sur les équar- tions qui appartiennent aux surfaces des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes d'un liquide homogène en rotation.	139
---	-----

*W. Stekloff (V. Steklov). Sur le calcul approché des intégrales définis à l'aide des quadratures dites mécaniques . .	169
--	-----

*W. Palladin et D. Sabinin. Sur la décomposi- tion de l'acide lactique par la levûre tuée	187
---	-----

*A. P. Ivanov. Sur la faune des vertèbres dans le sarmatique supérieur du gou- vernement de Stavropol	195
---	-----

*Publications nouvelles	199
-----------------------------------	-----

№. 4, 1 Mars.

*A. I. Voejkov. Nécrologie. Par M. A. Rykačev. (Avec portrait).	201
--	-----

Comptes-Rendus:

*S. F. Dmitriev. Sur le cycle évolutif de <i>Phyl- lachora Podagrariae</i> (Roth) Fuckel et <i>Septoria Chelidonii</i> Desm.	211
---	-----

	СТР.
В. Ч. Дорогостайскій. Матеріалы для карцинологической фауны оа. Байкала	211

Ии. Б. Б. Голицынъ. Освобожденіе экспедиціи Вилькицкаго отъ льдовъ въ связи съ синоптическимъ характеромъ зимы и лѣта 1915 года	213
---	-----

Статьи:

*В. А. Стенловъ. Къ теоріи замкнутости	219
Н. И. Андрусовъ. Трубки червей изъ семейства <i>Amphictenidae</i> въ русскомъ миоценѣ. (Съ 1 таблицей).	227
Н. Я. Марръ. Яфетическіе элементы въ языкахъ Арменіи. IX.	233
А. А. Марновъ. Объ одномъ примѣненіи статистическаго метода.	239
С. К. Костинскій. Графическій способъ вычисленія постоянныхъ въ астрофотографическихъ снимкахъ. (Съ 2 таблицами).	243
В. И. Палладинъ и Е. И. Ловчиновская. Вліяніе спирта и метиленовой синьки на выдѣленіе углекислоты убитыми дрожжами	253
*В. А. Стенловъ. Нѣсколько дополнительныхъ замѣчаній, относящихся къ теоріи замкнутости	257
Новыя изданія	266

№ 5, 15 марта.

Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	267
Приложеніе: Дополнительный списокъ предметовъ, передаваемыхъ въ Императорскую Академію Наукъ на основаніи завѣщанія въ Бозѣ почившаго Великаго Князя Константина Константиновича	271

Доклады о научныхъ трудахъ:

С. О. Ганешинъ. Терапѳологическое замѣненіе <i>Gentiana triflora</i> Pall.	297
А. Державинъ. <i>Cumacea (Symptoda)</i> сибирскаго Сѣвернаго Ледовитаго океана, собранныя Русскою Полярною Экспедиціей 1900—1903 гг.	297

Извѣстія И. А. Н. 1916.

	PAG.
*V. C. Dorogostajskij. Contribution à la faune carcivologique du lac Baikal	211

*Prince B. Galitzine (Golicyn). La délivrance de l'expédition Vil'ickickij dans les glaces polaires et le caractère synoptique de l'hiver et de l'été 1915.	213
---	-----

Mémoires:

W. Stekloff (V. Steklov). Sur la théorie de fermeture	219
*N. I. Andrusov. Sur les tubes des annélides de la famille des <i>Amphicténides</i> du miocène russe. (Avec 1 planche)	227
*N. J. Marr. Les éléments japhétiques dans les langues de l'Arménie. IX.	233
*A. A. Markov. Sur une application de la méthode statistique	239
*S. K. Kostinskij. Une méthode graphique du calcul des constantes sur les clichés astrophotographiques. (Avec 2 planches).	243
*V. Palladin et E. Lovčinovskaja. Influence de l'alcool et du bleu de méthylène sur le dégagement de l'acide carbonique par la levûre tuée	253
W. Stekloff (V. Steklov). Quelques remarques complémentaires relatives à la théorie de fermeture	257
*Publications nouvelles	266

№ 5, 15 Mars.

*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	267
*Appendice: Liste supplémentaire d'objets, légués à l'Académie Imperiale des Sciences par le Grand Duc Konstantin Konstantinovič	271

Comptes-Rendus:

*S. O. Ganešin. Une modification tératologique de <i>Gentiana triflora</i> Pall.	297
*A. Deržavin. <i>Cumacées (Symptoda)</i> de l'Océan Arctique de Sibérie, recueillies par l'Expédition Polaire Russe 1900—1903.	297

Статьи:	Стр.	Mémoires:	PAG.
Г. А. Тиховъ. Продольный спектрографъ. (Предварительное сообщеніе)	299	*G. A. Tikhoff (Tichov). Spectrographe lon- gitudinal. (Note préliminaire)	299
В. В. Заленскій. О сегментациі яйца <i>Salpa</i> <i>fusiformis</i>	305	*V. V. Zalenskij. Sur la segmentation des oeufs de <i>Salpa fusiformis</i>	305
П. Православлевъ. Къ вопросу о плече- вомъ поясъ у <i>Elastosaurus</i> Cope. (Съ 1 таблицей)	327	*P. Pravoslavlev. Sur la question du cingu- lum extremitatis thoracicae d' <i>Elas-</i> <i>mosaurus</i> Cope. (Avec une planche)	327
А. Борисякъ. О зубномъ аппаратѣ индри- котерія	343	*A. Borisiak. Sur l'appareil dentaire du genre <i>Indricotерium</i>	343
Б. Я. Владиміровъ. О частицахъ отрица- нія при повелительномъ наклоненіи въ монгольскомъ языкѣ	349	*B. J. Vladimircov. Sur les particules probi- bitives mongoles	349
Е. С. Федоровъ. Результаты первой ста- диі экспериментальнаго изслѣдованія структуры кристалловъ	359	*E. S. Fedorov. Premiers résultats de l'étude expérimentale de la structure des cristaux.	359
Новыя изданія	390	*Publications nouvelles	390

№. 6, 1 апрѣля.

№. 6, 1 Avril.

Статьи:	Стр.	Mémoires:	PAG.
Кн. Б. Б. Голицынъ. Къ вопросу объ опре- дѣленіи эпицентровъ землетрясеній по наблюденіямъ одной сейсмической станціи	391	*Prince B. Galitzine (Golicyn). Sur la déter- mination des épicesntres des tremble- ments de terre d'après les données d'une seule station sismique	391
*В. А. Стендовъ. Теорема замкнутости для полиномовъ Лапласа-Эрмита-Че- бышева	403	W. Stekloff (V. Steklov). Théorème de fer- meture pour les polynomes de Lap- lace-Hermite-Tchébychef	403
Н. Шадлунъ. О Маржелановскомъ «паху- чемъ» доломитѣ	417	*N. Šadlun. Sur le dolomite fétide de Mar- jelan	417
А. Благовѣщенскій. Изслѣдованія надъ со- зрѣваніемъ сѣмянъ. I.	423	*A. Blagověščenskij. Recherches sur la ma- turation des graines. I.	423
Е. С. Федоровъ. Основной законъ кри- сталлохиміи	435	*E. S. Fedorov. La loi fondamentale de la crystallochimie	435
М. Вильевъ. Комета 1916а	455	*M. Viljev. La Comète 1916а	455

№. 7, 15 апрѣля.

№. 7, 15 Avril.

Статьи:	Стр.	Mémoires:	PAG.
А. С. Лаппо-Данилевскій. Докладъ о науч- ной дѣятельности нѣкоторыхъ гу- бернскихъ ученыхъ архивныхъ ко- миссій по ихъ отчетамъ преимуще- ственно за 1911—1914 гг.	457	*A. S. Lappo-Danilevskij. Compte-rendu sur les travaux de quelques Commissions Savantes d'archives provinciales d'après leurs rapports pour la période 1911—1914	457
*А. М. Лапуновъ. Новыя соображенія, отно- сящіяся къ теоріи производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія въ случаѣ однородной жидкости. Часть первая	471	A. M. Liapounoff (Liapunov). Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoi- des dans le cas d'un liquide homogène. Première partie	471

СТР.	РАО.
В. В. Заленскій. Озародышевыхъ листахъ у сальвъ. Наблюденія надъ <i>Salpa fusiformis</i>	*V. V. Zalenskij. Sur les feuilles embryonnaires des Salpes.
503	503
*О. А. Баклундъ. О періодѣ Чандлера въ измѣненіи широты. I.	O. A. Backlund. On Chandler's period in the latitude variation. I.
523	523
В. И. Палладинъ. Вліяніе среды на протеолитическіе ферменты растеній	*V. I. Palladin. Influence du milieu sur les ferments protéolitiques des plantes
527	527
И. Ю. Крачковскій. Новая рукописьятаго тома исторіи Ибн-Мискавейха. . . .	*I. J. Krackovskij. Un nouveau manuscrit de V-c volume de l'histoire d'Ibn-Miskawayh.
539	539
Е. С. Федоровъ. Химическая сторона кристаллическаго строенія.	*E. S. Fedorov. Le côté chimique de la structure cristalline
547	547
Новыя изданія	*Publications nouvelles
554	554

№ 8, 1 мая.

№ 8, 1 Mai.

Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie
555	555
Приложеніе: Инструкція для регистраціи коллекцій въ Музеѣ Антропологій и Этнографіи имени Императора Петра Великаго.	*Appendice: Instruction pour enregistrer les collections du Musée d'Anthropologie et d'Ethnographie
573	573

Доклады о научныхъ трудахъ:

Comptes-Rendus:

В. П. Дробовъ. Матеріалы къ систематикѣ сибирскихъ представителей рода <i>Agropyron</i> Gaertn.	*V. Drobov. Contributions à l'étude des espèces sibériennes du genre <i>Agropyron</i> Gaertn.
581	581
С. С. Ганешинъ. Сезонныя расы <i>Melampyrum nemorosum</i> L. (Съ 3 таблицами рисунковъ).	*S. S. Ganešin. Les races de saison de <i>Melampyrum nemorosum</i> L. (Avec 3 planches).
581	581
В. Дробовъ. Новыя растенія для флоры Туркестана. (Съ 2 таблицами рисунковъ).	*V. Drobov. Nouvelles plantes du Turkestan. (Avec 2 planches).
582	582

Статьи:

Mémoires:

П. П. Лазаревъ. О вліянніи давленія кислорода на скорость пыцвѣтанія красокъ въ пидимомъ спектрѣ	*P. Lazarev. Le rôle de la pression d'oxygène sur la vitesse de la décoloration des couleurs dans le spectre visible
583	583
*А. М. Ляпуновъ. Новыя соображенія, относящіяся къ теоріи производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновсія въ случаѣ однородной жидкости. Часть вторая	A. Liapounoff (Liapunov). Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène. Secondo partie
589	589
Л. Л. Ивановъ. Кальцитъ, кварцъ и прохлоритъ съ Кавказа	*L. Ivanov. Sur le calcite, quartz et prochlorite du Caucase
621	621
*В. А. Стекловъ. Теорема замкнутости для полиномовъ Чебышева-Лягерра	W. Stekloff (V. Steklov). Théorème de fermeture pour les polynomes de Tchébychef-Laguerre
633	633
М. А. Вильевъ. Изслѣдованіе траекторій свободна падающаго въ пустотѣ тѣла. . . .	*M. Viljev. Recherches sur la trajectoire du corps libre tombant dans le vide
643	643
Новыя изданія	*Publications nouvelles
672	672

№ 9, 15 мая.

Статьи:	СТР.
В. В. Заленский. Развитие дыхательной полости у <i>Salpa fusiformis</i>	673
А. Карпинский. О новом видѣ <i>Helicoprion</i> (<i>Helicoprion Clerci</i> , n. sp.). (Предварительное сообщеніе)	701
А. Марковъ. О коэффициентѣ дисперсін	709
*В. А. Стекловъ. О разложеніи произвольныхъ функций въ ряды по полиномамъ Чебышева-Лагерра	719
*Ө. Банахевичъ. О рѣшеніи уравненія Гаусса въ опредѣленіи планетной орбиты	739
*О. Баклундъ. О періодѣ Чандлера въ измѣненіи широты. II	751
А. Шубниковъ. Къ вопросу о строеніи кристалловъ. I	755
Новыя изданія	780

№ 10, 1 июня.

Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	781
Приложенія: Уставъ Русскаго Ботаническаго Общества	786
— Списокъ фотографій халдскихъ, христіанскихъ и мусульманскихъ древностей Ванскаго округа	817-822

Статьи:

В. В. Бартольдъ. Греко-бактрійское государство и его распространеніе на сѣверо-востокъ	823
В. А. Стекловъ. О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ. Остаточный членъ формулъ механическихъ квадратуръ. (Сообщеніе второе)	829
Я. В. Успенскій. О сходимости формулъ механическихъ квадратуръ между бесконечными предѣлами	851
А. А. Бѣлопольскій. О системѣ α въ Гончихъ Собакахъ	867
С. К. Костиинскій. О вѣроятныхъ движеніяхъ въ спиральной туманности созвѣздія Гончихъ Собакъ (Messier 51), замѣченныхъ стереоскопически. Предварительная замѣтка	871
Новыя изданія	874

№ 9, 15 Mai.

Mémoires:	PAG.
*V. Zalenskij. Sur le développement de la cavité respiratoire de <i>Salpa fusiformis</i>	673
*A. Karpinskij. Sur une nouvelle espèce d' <i>Helicoprion</i> (<i>Helicoprion Clerci</i> , n. sp.). (Communication préliminaire)	701
*A. Markov. Sur le coefficient de la dispersion. W. A. Stekloff (V. Steklov). Sur le développement des fonctions arbitraires en séries de polynomes de Tchébycheff-Laguerre	709
Th. Banachiewicz. Sur la résolution de l'équation de Gauss dans la détermination d'une orbite planétaire	739
O. Backlund. On Chandler's Period in the latitude variation. II	751
*A. Subnikov. Sur la structure des cristaux I.	755
*Publications nouvelles	780

№ 10, 1 Juin.

*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	781
*Appendice: Statuts de la Société Russe Botanique	786-791
*— Liste des photographies des antiquités chaldées, chrétiennes et musulmanes du district de Van.	817-822

Mémoires:

*V. V. Barthold. Le royaume grec de la Bactriane et son extension du côté du nord-est	823
*W. A. Stekloff (V. Steklov). Sur le calcul approché des intégrales définies à l'aide des quadratures, dites mécaniques. Terme complémentaire des formules des quadratures. II.	829
*J. V. Uspenskij. Sur la convergence de quadratures, dites mécaniques, entre les limites infinies	851
*A. A. Bëlopoliskij. Sur le système α des Chiens de Chasse	867
*S. K. Kostinskij. Sur les mouvements probables dans la nébuleuse spirale des Chiens de Chasse, découverts stéréoscopiquement (Note préliminaire)	871
*Publications nouvelles	874

1916.

NOV 29 1916

№ 1.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

15 ЯНВАРЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

15 JANVIER.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

с.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI серия) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое июня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онъ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимается на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онъ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти отисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать отиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ отисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ отисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ разсылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учрежденіямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у коммисіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

Египтологическія замѣтки.

VIII—XI.*

Б. А. Тураева.

(Представлено въ засѣданіи Историко-Филологическаго Отдѣленія 7 октября 1915 г.).

VIII.

Текстъ магическаго Papyrus Salt 825 Британскаго Музея.



До сихъ поръ этотъ текстъ, столь важный для изучающихъ египетскую религію, остается неизданнымъ, и ученымъ приходится довольствоваться переводомъ Birch'a, сдѣланнымъ 52 года тому назадъ¹. Транскрипція іератическаго текста и переводъ нами сдѣланы по фотографіямъ, любезно предоставленнымъ намъ В. С. Голенищевымъ. Переводъ, комментарий и воспроизведеніе нѣсколькихъ мѣстъ напруса, содержащихъ магическіе рисунки, будутъ напечатаны въ Запискахъ Классическаго Отдѣленія Императорскаго Русскаго Археологическаго Общества, на средства котораго уже давно изготовлены таблицы. Печатаніе всей работы задерживалось вслѣдствіе отсутствія въ то время въ Петроградѣ іероглифическаго шрифта.

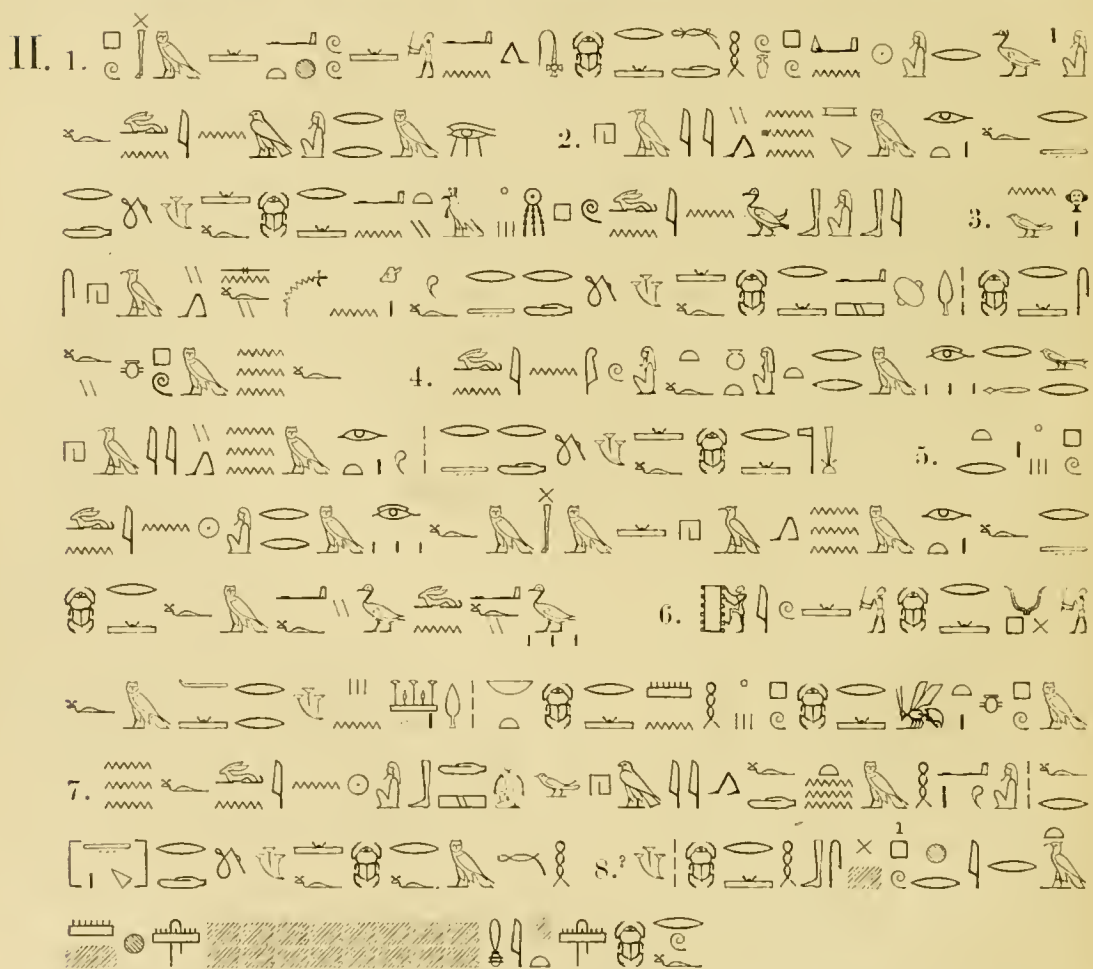
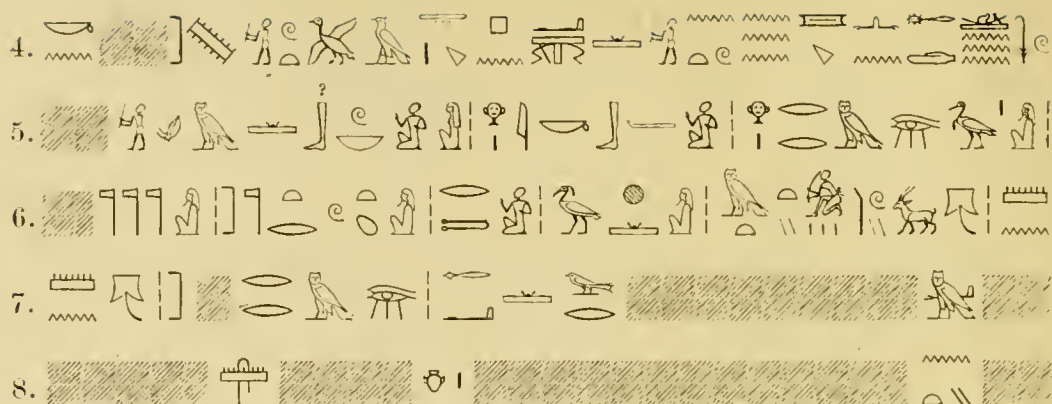


* См. ИАН. 1915, стр. 601.

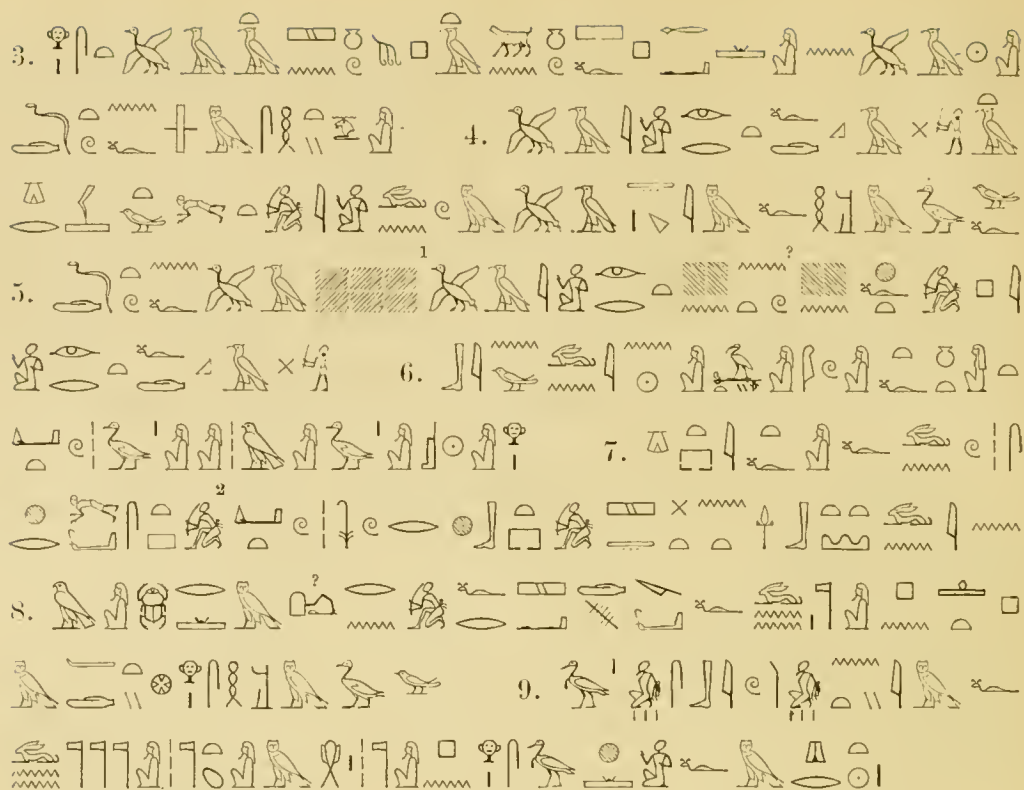
¹ Sur un Papyrus Magique du Musée Britannique. Revue Archéologique, 1863, 119 и 417.

² Въ началѣ строкъ, повидимому, потеряно немного — не болѣе, какъ по два слова или 2—3 группы знаковъ.

³ Можно дополнить   ?





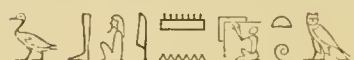
¹ Все начало 8-ой строки потеряно, кроме верхних частей знаков. Возстановление болѣе или менѣе надежно.






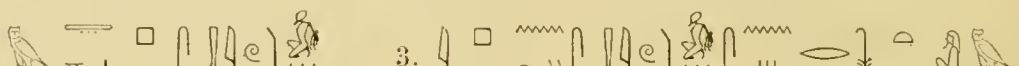



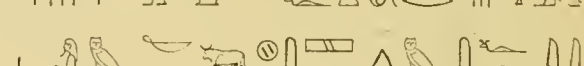


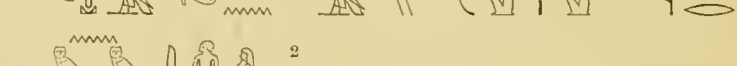


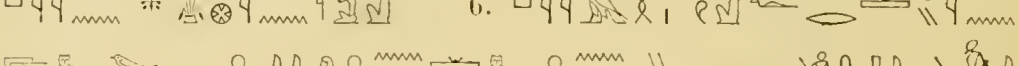


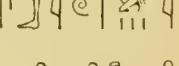



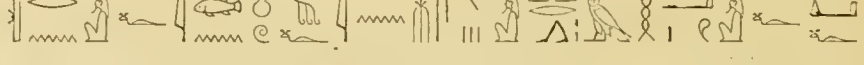


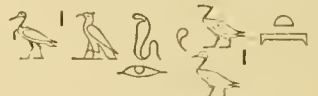
¹ Не хватает около двух группъ.

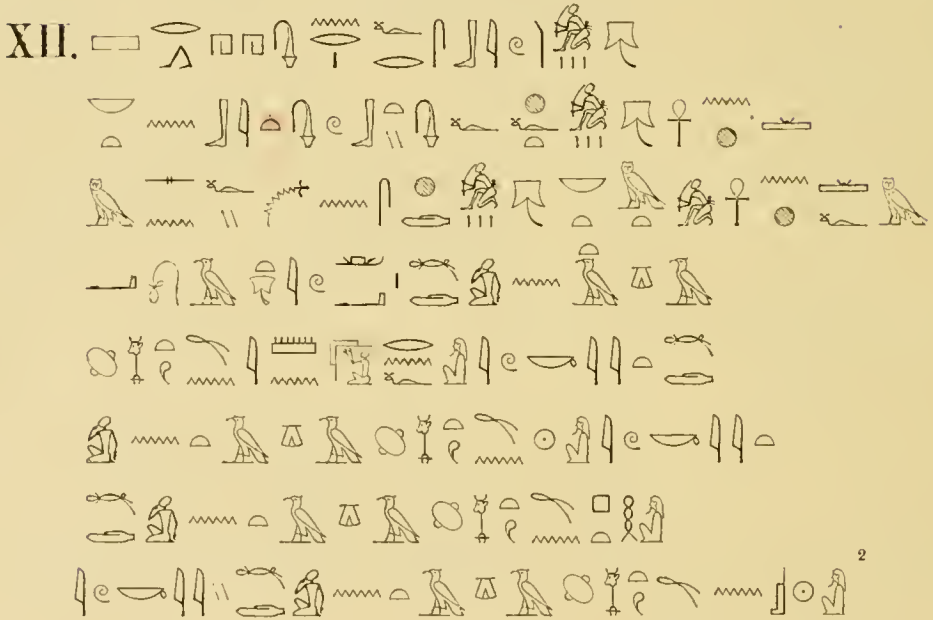
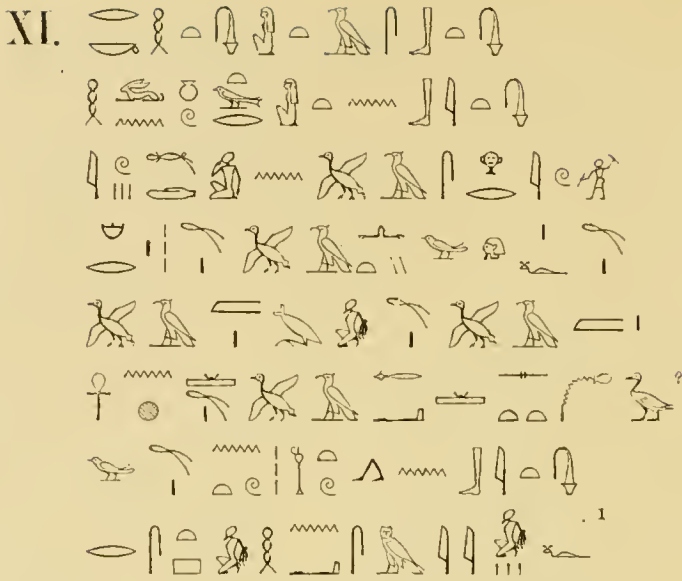
² Изглажено, оставивъ слѣды.


³ Неполный и испорченный знакъ, или два знака, изъ которыхъ второй .

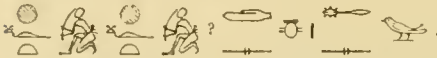
9. ¹ 


IX. 1. 


2. 


3. 


4. 


5. 

6. 

7. 

8. 

9. 

10. 

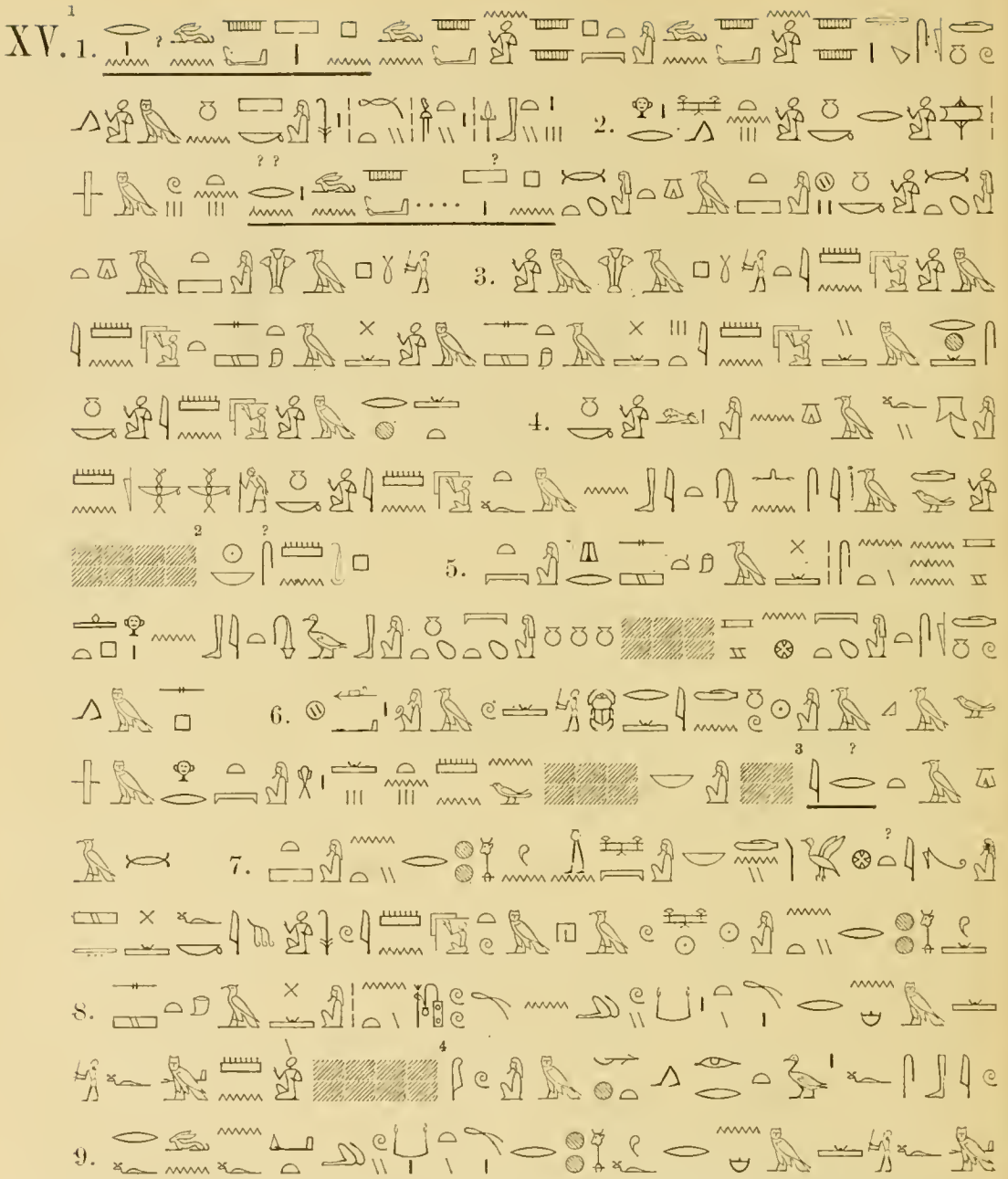
¹ Начало 9-й строки написано крупно полуиероглифами и представляет конец
 энigmatической части: . ² Следует энigmatическое.



¹ Подъ текстомъ прямоугольникъ, въ которомъ изображены связанными и привязанными другъ къ другу спинами сидящие Сетхъ и азиатъ. Надъ ними голова гипопотама; на прямоугольникѣ попарно обращенныя 4 головы животного на длинныхъ шеяхъ. При Сетхѣ написано: . При азиатѣ:



² Подъ текстомъ прямоугольникъ съ такими же изображеніями и подписями; вверху обращены другъ къ другу двѣ пары обезьянъ въ позѣ привѣтствія.

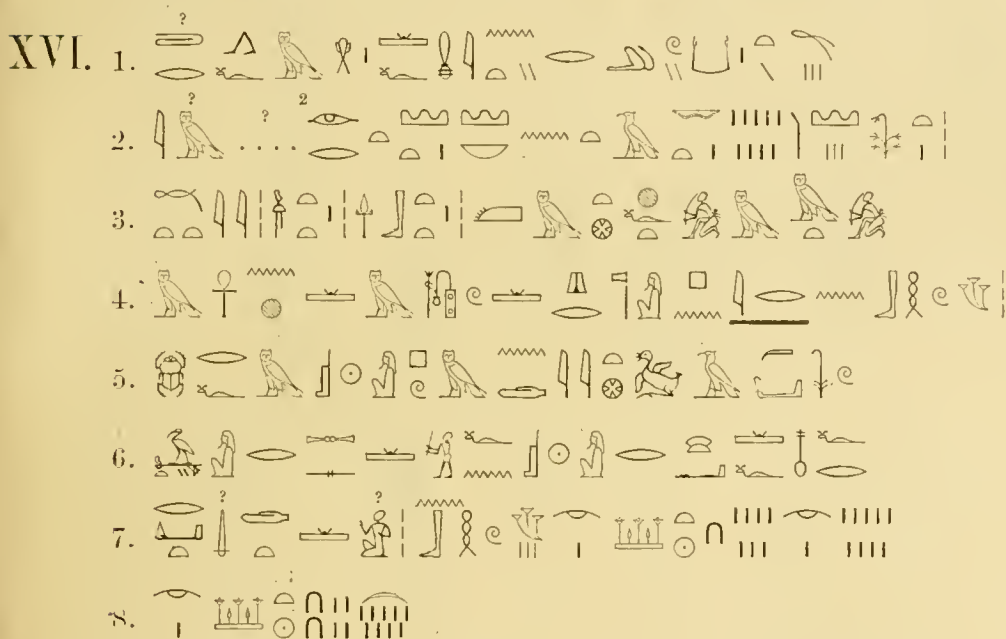
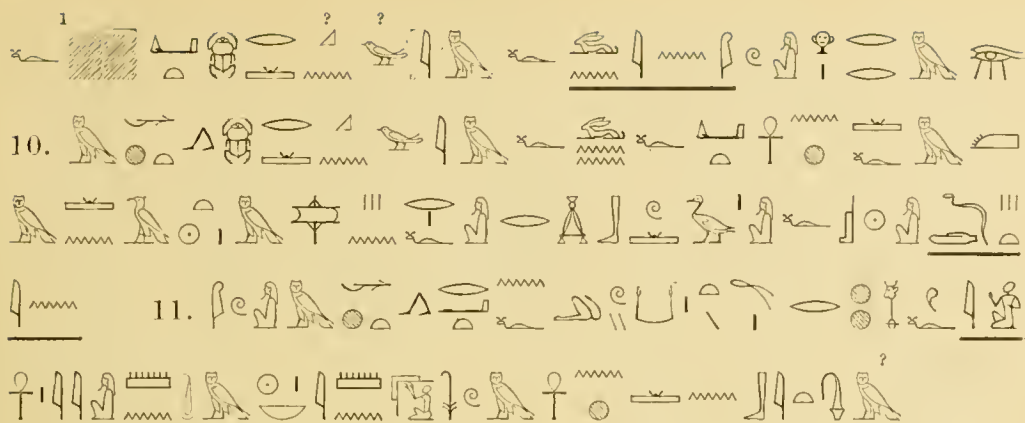


¹ Тексту предшествует рисунок, изображающий могический домъ Отриса. Богъ изображенъ стоящимъ на кругѣ надъ 9 луками. Предъ самымъ рисункомъ написано вертикальной строкой:

² Стерлось одно слово или два.

³ Стерся одинъ знакъ.

⁴ Стерлось и пропало два или три слова.



XVII. ³



¹ Пропало одно слово.

² Недостаётъ около двухъ группъ.

³ Написано іероглифами.

⁴ Взято отъ текста изображеніе морского чудовища съ бородой, бычачьими ногами и хвостомъ въ видѣ урея; за нимъ сидящая женская фигура Пила (?) съ сосудомъ въ рукахъ и струями воды внизу.



XVIII.⁴









IX.


≡ = копт. т, какъ суффиксъ 1-го лица единственнаго числа.

Еще Юнкеръ¹ указалъ на то, что изрѣдка въ дендераскихъ текстахъ римскаго времени попадаетъ \triangle , какъ мѣстоименный суффиксъ 1 р. s. m. и f.; въ Эдфу онъ является таковымъ только для f. Намъ кажется, что въ двухъ знаменитыхъ стѣлахъ Nagis Британскаго Музея, относящихся ко времени Клеопатры и составленныхъ жрецомъ Имхотепомъ въ честь верховнаго жреца въ Мемфисѣ Пешериптаха и его жены Тимхотепъ, встрѣчается употребленіе ≡ въ качествѣ и суффикса, и прономен absolutum 1-го лица единственнаго числа обоехъ родовъ, напр.:

а) Пешериптахъ: 1. 9:  я пошелъ

1. 11:    онъ пошелъ къ моему храму².

1. 12: Имхотепъ  наградилъ меня.

1. 13: день  въ который я представился.

б) Тимхотепъ: 1. 12:  онъ далъ мнѣ зачать.

1. 15:  онъ похоронилъ меня.

Въ а — masc., въ б — fec. Изъ нихъ третій случай въ а и отчасти оба въ б употребляютъ ≡, почти какъ коптскій глагольный суффиксъ т и какъ древнее «прономен absolutum», остальные случаи подходятъ къ подмѣченному Юнкеромъ. Была ли здѣсь ложная аналогія, или предъ нами просто орфографическая аномалія, мы не рѣшаемся сказать, какъ и вообще вопросъ о коптскомъ т намъ не представляется окончательно рѣшеннымъ.

X.

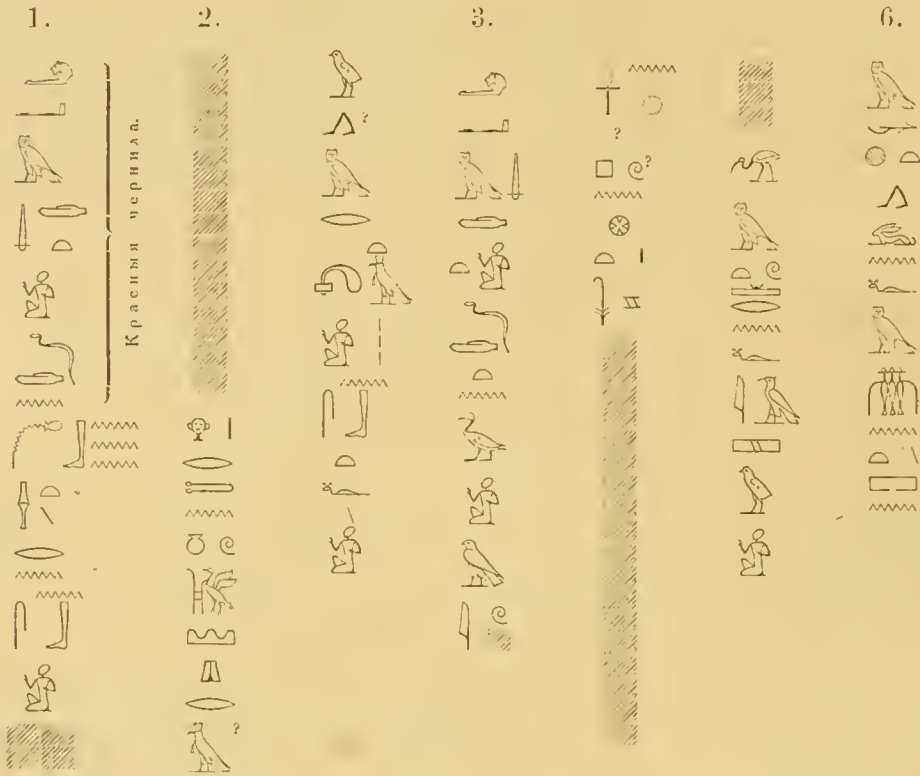
Два новыхъ литературныхъ имени эпохи Средняго Царства.

Въ Московскомъ Музеѣ изящныхъ искусствъ хранится небольшой (28 × 21 сант.) кусокъ папруса (№ 4654) съ остатками шести (двухъ на

¹ Sitzungsberichte Preuss. Akad. 1905, II, 804. Grammatik der Denderatexte, 37, § 48.

² Бругшъ (Thesaurus Inscriptionum, V, IX), не обративъ вниманія на это употребленіе, долженъ былъ перевести: «ging er in den Tempel von Te», превративъ суффиксъ въ собственное имя (чей?). Между тѣмъ уже Birch, Archaeologia, XXXIX, далъ единственно возможный переводъ: «to my temple».

одной сторонѣ и 4-хъ на другой) вертикальныхъ строкъ¹ характернаго іератическаго письма Средняго царства типа классической эпохи конца XII дин., напримѣръ иллахунскихъ папирусовъ, отчасти берлинской рукописи Синухета и т. п. Текстъ, содержащійся на этомъ листкѣ, слѣдующій:



(1) *Начало словесъ, изреченныхъ жрецомъ (богини) Сахметъ Ран-сеп-бомъ (Rn-shb).* (2) надъ нижнимъ Ретену (Сирией), начальникъ казны² Сенебтифи (Snb-tifi). (3) *Начало словесъ, изреченныхъ Сп-Горомъ (S;-Hr),* (4) *гражданиномъ Южнаго Города³,* (5) *имя его пайдено. Возгласилъ его, (6) когда онъ былъ предъ. . . .*

Предъ нами заглавія двухъ сборниковъ изреченій («λόγια») двухъ египетскихъ мудрецовъ, имена которыхъ столь типичны для эпохи Средняго царства. Первый, названный жрецомъ богини Сахметъ⁴, поставленъ въ

¹ Имѣются слѣды не менѣе пяти изглаженныхъ строкъ, можетъ быть другого текста.

² Ср. Mariette, Catal. d'Abydos № 734.

³ См. Legrain, Note sur Nouit-Risit. Recueil de travaux, XXVII, 183. Оивы.


⁴ Жрецы Сахметъ въ это время вообще кажется пользовались славой ученыхъ. См. Parurg. Ebers, 99, 2.

какую то связь, для насъ неясную, въ виду порчи текста, съ Сенебтифн, начальникомъ Спріа(?). Этотъ титулъ прибавляетъ еще одно показаніе въ пользу болѣе интенсивныхъ, чѣмъ мы думаемъ, сношеній въ эту эпоху Египта съ Азіей. «Нижнее Ретену» кажется въ эту эпоху встрѣчается вообще впервые; въ эпоху XVIII д. оно служитъ обозначеніемъ равнины у Евфрата.

XI.

Къ формулѣ статуэтокъ «ушебти».


Хотя «ушебти» распространены по всѣмъ музеямъ и коллекціямъ въ огромномъ количествѣ, превосходящемъ другіе предметы египетской древности, и хотя ими занимаются еще съ шестидесятихъ годовъ¹, до сихъ поръ не только нѣтъ еще посвященнаго имъ обстоятельнаго изслѣдованія, но и самое происхожденіе и значеніе ихъ остаются не вполне выясненными. Поэтому болѣе или менѣе существенные варіанты текстовъ, начертанныхъ на нихъ, все еще могутъ быть полезны и должны быть собираемы. Случай, когда VI гл. Книги Мертвыхъ или краткая надпись съ именемъ замѣняется другимъ текстомъ, конечно, рѣдки². Кромѣ извѣстныхъ и указывавшихся, приведемъ еще два, подмѣченные нами среди богатой и разнообразной коллекціи «ушебти» голенищевского собранія.


а) Девять ушебти хорошей работы изъ крашеной глѣбы, 18—19 см. в., принадлежащія жрецу Мина  и относящіяся къ эпохѣ XIX днн. даютъ только одинъ разъ текстъ VI главы; остальные восемь имѣютъ краткія надписи, вазывающія покойнаго imꜥhu у 4-хъ геніевъ и Анубиса или влагающія въ уста ихъ обращеніе къ покойному, какъ на стѣнкахъ саркофаговъ. Подобное же мы встрѣтили на одной деревянной ушебти также жреца Мина, гдѣ начертана формула обращенія генія Местн. Ср. Boeser, Beschreibung... in Leiden, V, 30—31.

б) На двухъ небольшихъ (11 см. в.) фаянсовыхъ позднихъ статуэткахъ нѣкогого Псамметика имѣется сдѣланная черниломъ іератическая над-

¹ Birch, On sepulchral figures. Zeitschr. f. ägypt. Sprache, 1864—5 (едва ли не лучшая статья!). Mariette, Catalogue l'Abydos, 45—51. Loret, Les statuettes funéraires du Musée de Boulaq. Recueil de travaux, IV и V. И др.

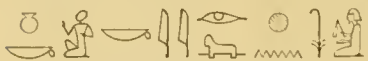
² Кромѣ общезвѣстнаго употребленія заупокойной формулы при XVIII днн., отмѣтимъ V главу на одной казанской статуэткѣ (№ 44 по моему описанію), 30-ю главу «сердца» — на 75 стр. собранія lady Meux (Budge, 159); обращеніе Гора къ мертвому Осирису обычнаго типа утреннихъ гимновъ «ты пробуждаешься» — (см. нашу 1-ую замѣтку и Ерман, Путь на das Diadem. Abhandl. Preuss. Acad. 1911, 16—17) — Mariette, Catal. Abydos, 51.


ишь, дающая совершенно особую формулу:  «дѣлать»? . . съ Осирисомъ. (Однѣй знакъ пейсентъ).

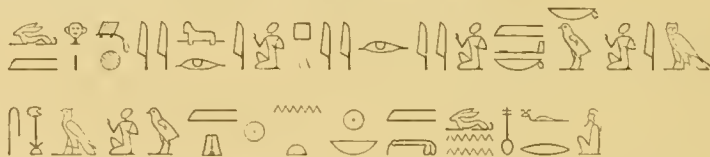
в) Надпись сзади одной небольшой (12, 7 см.) фигурки изъ зеленого фаянса сапскаго времени даетъ только: shd Wsr  «да будетъ озаряемъ Осирисъ P; - drpt, дѣлающій свою (м. б. «дѣлай его» работу».

Изъ вариантовъ VI гл. Книги Мертвыхъ эпохи Нового Царства остаются только на двухъ.






1. Нижняя часть большой ушебти «писца божественной книги» (иерограммата) въ храмѣ Амона—Хонсу содержитъ тщательно начертанную VI главу, конецъ которой, вмѣсто обычнаго такъ какъ. . . «я здѣсь» даетъ:

 «я — второй Осирисъ, Хонсу».


2. Довольно большая статуэтка изъ лиловато-синяго фаянса съ бѣлыми иероглифами, нѣкоего  даетъ интересное сочетаніе VI-й главы съ частью древняго обращенія къ богамъ свиты Осириса, которое Birch издалъ по фигуркамъ Аменхотепѣ III въ Британскомъ музеѣ¹. Послѣ фразы о перевозѣ песка на западъ, читаемъ:



«находясь предъ лицомъ² достойнаго, Осириса Аниі, . . . (скажи)³ «я здѣсь». Помпайте меня⁴ ежедневно предъ лицомъ Онуфрія».

Огмѣтимъ еще на одной большой деревянной статуэткѣ нѣкоего , носившаго титулъ  въ формулу shd  = «да просвѣтится лицо м. р.» и, наконецъ на двухъ замѣчательныхъ раскрашенныхъ деревянныхъ портретныхъ ушебти жреца , вар.  въ ногахъ изображеніе колѣнопреклоненныхъ Испды и Нефтиды.

¹ Zeitschrift für ägyptische Sprache 1864, 91.

² Возможно и чтеніе , какъ у Аменхотепѣ, что будетъ означать: «когда является».

³ Cp. Mariette, Catalogue d'Abydos, № 424—427, 427.

⁴ Возможно: «да воспоминается онъ» . . .

О строеніи органической эвтектики.

Н. Н. Ефремова.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 2 сентября 1915 г.).

Часть II.*

Въ предыдущей статьѣ мною были изложены результаты изученія диаграммъ плавкости и микроструктуры бинарныхъ смѣсей камфоры съ:

1) бензойной кислотой, 2) паранитранилиномъ, 3) парадибромбензоломъ, 4) фталевымъ ангидридомъ, 5) нафталиномъ, 6) ацетамидомъ, 7) салициловой кислотой и 8) метиловымъ горчичнымъ масломъ, а также описаны и самые методы изслѣдованія.

Настоящее изслѣдованіе составляетъ продолженіе предыдущаго и заключаетъ въ себѣ изложеніе дальнѣйшаго опытнаго матеріала, полученнаго мною для слѣдующихъ комбинацій:

- | | | |
|-----|---------|-----------------------|
| 9) | камфора | — паратолуидинъ |
| 10) | » | метанитранилинъ |
| 11) | » | ортонитранилинъ |
| 12) | » | метадинитробензолъ |
| 13) | » | коричная кислота |
| 14) | » | антраценъ |
| 15) | » | тіокарбанилдъ |
| 16) | » | 1-3-5 тринитробензолъ |
| 17) | » | метаклорнитробензолъ |
| 18) | » | ортохлорнитробензолъ. |

Перехожу прямо къ описанію результатовъ опытовъ.

* См. ИАН. 1915, стр. 1309.

9. Камфора — паратолуидинъ (таблица 9, диаграмма 9).

Температура плавления *p*-толуидина по даннымъ Штедлера¹ 42,5°. Препараты Кальбаума плавятся у меня точно при 45,0°. Отъ прибавления камфоры къ *p*-толуидину температура выделения первыхъ кристалловъ понижается до эвтектической точки, лежащей при 2,5° и содержания толуидина въ 42% мол. Въ этой точкѣ диаграммы продолжительность вторичной кристаллизация достигаетъ максимальнаго значенія и затѣмъ быстро убываетъ, но въ смѣси въ 47,5% молекулярныхъ *p*-толуидина все же отчетливо замѣтна. Ординатѣ въ 50% мол. отвѣчаетъ переходная точка, доказывающая собою существованіе молекулярнаго соединенія (1:1) состава C₁₀H₁₆O · *p*-CH₃C₆H₄NH₂, плавящагося съ разложеніемъ.

На кривой охлажденія въ 50% мол. имѣется лишь одна остановка при температурѣ 3,8°, замѣтная также и во всѣхъ слѣдующихъ смѣсяхъ съ

Т а б л и ц а 9.

Камфора — паратолуидинъ.

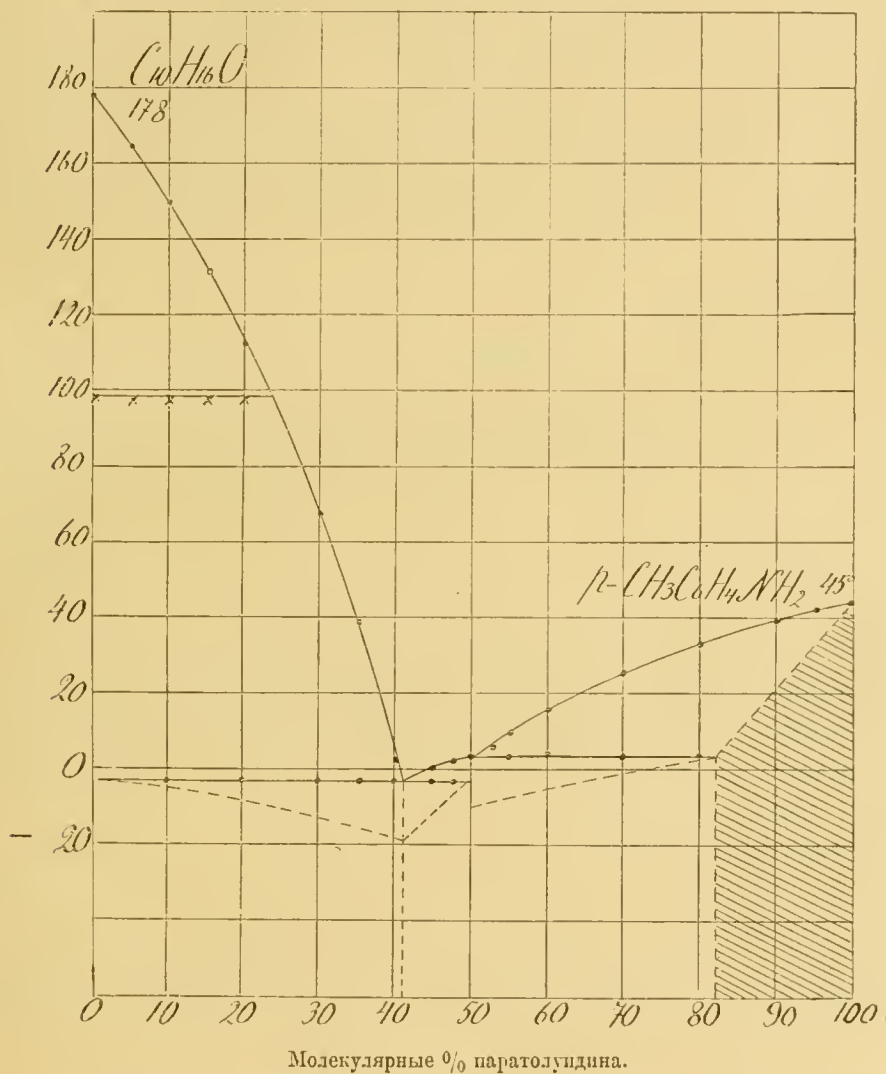
Навѣска 5 гр.

№	Содержаніе <i>p</i> -толуидина.		Температура 1-хъ выделеній кри- сталловъ.	Модификація.	Температура за- твердѣнія эвтек- тики.	Продолжительность эвтектической оста- новки въ секун- дахъ.	Примѣчаніе.
	Молеку- лярные %	Вѣсо- вые %					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	
2	5,0	3,57	164,3	97,5	—	—	
3	10,0	7,25	150,1	97,1	—7,0°	20	
4	15,0	11,10	131,8	96,5	—5,0	30	
5	20,0	14,96	112,6	96,4	—2,5	40	
6	30,0	23,17	67,8	—	—2,5	60	
7	35,0	27,61	38,8	—	—2,5	80	
8	40,0	31,94	2,5	—	—2,5	110	
9	45,0	37,31	0,0	—	—2,5	70	Эвтектическая точка 42% мол. <i>p</i> -толуидина.
10	47,5	39,31	2,3	—	—2,5	30	
11	50,0	41,31	3,4	—	—	200	
12	52,5	43,78	5,8	—	+3,8	180	
13	55,0	46,25	9,1	—	+3,8	160	
14	60,0	51,36	16,0	—	+3,8	120	
15	70,0	62,16	26,8	—	+3,8	80	
16	80,0	73,80	34,2	—	+3,8	30	
17	85,0	80,08	37,4	—	—	—	
18	90,0	86,36	40,2	—	—	—	
19	95,0	93,04	42,5	—	—	—	
20	100,0	100,0	45,0	—	—	—	Предѣльная концен- трація твердаго раствора 18% молек. камфоры.

¹ Städeler, Arndt. J. 1864, 425, а также Mills, Phil. Mag. (5) 14, 27 (тем. плав. 42,77°).

возрастающимъ содержаніемъ *p*-толуидина до 80% мол. и постепенно уменьшающаю свою продолжительность. Графическимъ построениемъ граница ея исчезновенія опредѣляется при содержаніи въ смѣси 82% *p*-толуидина. Изломъ кривой плавкости въ точкѣ 50% мол. такъ незначителенъ и въ

Діаграмма 9.



то же время температура кристаллизаціи эвтектики — (2,5°) такъ близка къ температурѣ переходной точки (3,8°), что для выясненія вида діаграммы равновѣсія пришлось обратиться къ изученію микроструктуры. Задача эта не является простой по причинѣ отсутствія у нашего микроскопа холодильныхъ

приспособлений; приходилось выдерживать на холоду микроскопическіе препараты и затѣмъ уже по возможности быстро наблюдать ихъ въ микроскопѣ. Оказалось, что въ области 48%—80% *p*-толуидина ясно различается новая кристаллическая фаза, не похожая на кристаллы *p*-толуидина. Это обстоятельство сдѣлало несомнѣннымъ существованіе соединенія *p*-толуидинъ — монокамфора. Точно такой случай имѣлся и для системы, раиѣ изученной, именно камфора — гидрохинонъ, гдѣ правильное рѣшеніе вопроса о существованіи соединенія гидрохинонъ — монокамфора¹ возможно только при помощи систематическаго изученія микроструктуры. Камфора повидимому въ твердомъ состояніи *p*-толуидина не растворяетъ. Наоборотъ со стороны послѣдняго образуется твердый растворъ предѣльной концентраціи до 18% молек. камфоры. Полиморфное превращеніе камфоры замѣтно въ смѣсяхъ до содержанія *p*-толуидина въ 20% молек.

10. Камфора — метанитранилинъ (таблица 10, діаграмма 10).

Мета-нитранилинъ по Креману и Родонису² плавится при 110°; Кромптонъ и Витлей³ даютъ число 114°. Кернеръ⁴ — 109,9°; Гюбнеръ⁵ также 114,0°. Препараты Кальбаума плавился у меня точно при 114,0°.

Эвтектика плавится въ этой системѣ при 49,5° и содержитъ 30% молекулярныхъ мета-нитранилина. Эвтектическая кристаллизациа ясно замѣтна въ смѣси, содержащей всего лишь 5% мета-нитранилина, что вмѣстѣ съ графическимъ построеніемъ продолжительности остановки совершенно исключаетъ существованіе твердыхъ растворовъ со стороны камфоры. Полиморфное превращеніе отчетливо выражено до содержанія въ смѣсяхъ мета-нитранилина въ 23% молекулярныхъ.

Нитранилинъ съ камфорой даетъ твердый растворъ концентраціей до 8,2% молекулярныхъ.

Фотографія № 1, таблица I представляетъ препаратъ, содержащій 5% камфоры (95% мета-нитранилина). Совершенно однородные кристаллы твердаго раствора. Подъ микроскопомъ окрашены въ желто-коричневые

¹ Н. Н. Ефремовъ. Камфора и фенолы. Изв. С.-Пб. Политехническаго Института Н. Н. В. 1912 г. Т. XVIII, 391.

² Kreman u. Rodon's. Monatsh. f. Chem. 27, 125, 1906.

³ Crompton a. Whiteley. Journ. Chem. Society. 67, 327, 1895.

⁴ Körner. Beilstein's Handb. B. II, 318, III Aufl.

⁵ Häbner. Lieb. Annal. 208, 298.

Т а б л и ц а 10.

Камфора — метанитранилинъ.

Навѣска 7 гр.

№	Содержаніе м-нитранилина.		Температура 1-хъ выдѣлений кристал- ловъ.	Модификаціи.	Температура кри- сталлизаци эвтек- тики.	Продолжительность эвтектической оставовки въ секундахъ.	П р и м ѣ ч а н і е.
	Молеку- лярныя %.	Вѣсо- выя %.					
1	0	0	178,0°	98,1	—	—	
2	1,0	0,90	174,8	98,0	—	—	
3	3,0	2,73	169,1	97,8	49,2°	20	
4	5,0	4,56	162,9	97,4	49,7	35	
5	10,0	9,17	145,3	97,6	49,5	80	
6	20,0	18,50	104,6	96,8	49,7	200	
7	25,0	23,23	81,7	—	49,5	280	
8	30,0	28,01	57,6	—	51,0	350	
9	32,0	29,93	51,0	—	—	380	
10	35,0	32,85	57,1	—	50,0	350	
11	40,0	37,70	64,9	—	50,0	290	
12	45,0	42,62	72,0	—	50,0	250	
13	50,0	47,58	78,1	—	50,0	220	
14	60,0	57,66	87,0	—	51,0	150	
15	70,0	67,93	95,1	—	49,0	80	
16	80,0	78,41	101,0	—	50,0	60	
17	90,0	89,10	107,2	—	50,0	20	
18	95,0	94,45	110,5	—	—	—	
19	97,0	96,72	112,1	—	—	—	
20	100	100	114,0	—	—	—	

Эвтектическая точка
31,4% мета-нитрани-
лина.

Предѣльная концен-
трація твердаго раствора
8,20% мол. камфоры.

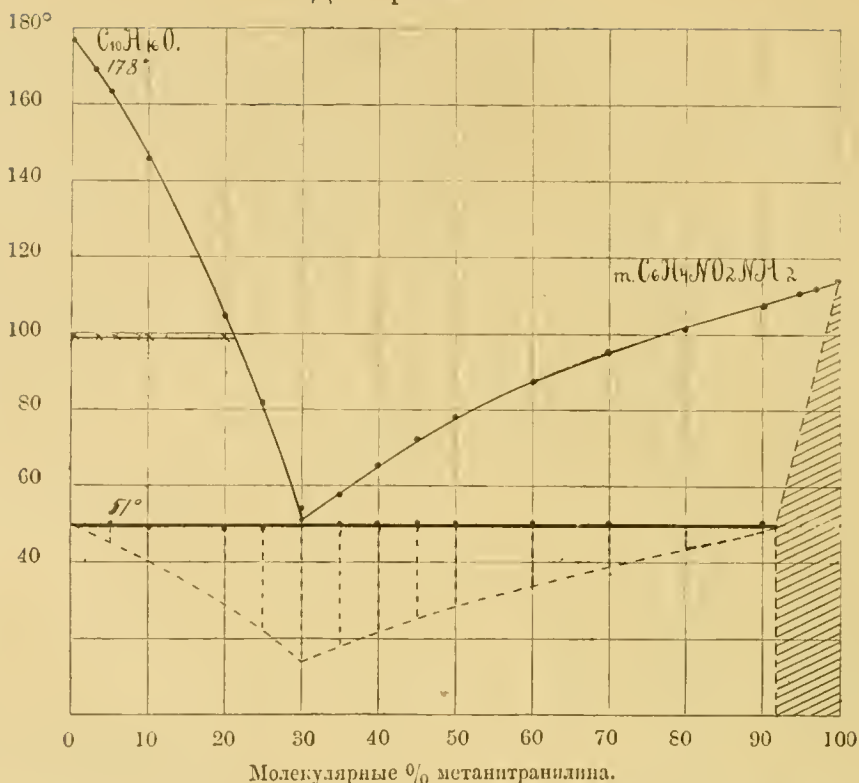
тона. Благодаря различной окраскѣ, граня между отдѣльными кристаллами видны совершенно отчетливо. Свѣтъ простой; увеличеніе 60.

Фотографія № 4, таблица I — 20% мета-нитранилина. Крупныя, свѣтлыя звѣзды камфоры на фонѣ болѣе темной флюидной эвтектики.

Фотографія № 3, таблица I — та же самая картина, но въ поляризован-
номъ свѣтѣ. Здѣсь уже выдѣленія камфоры темны, а эвтектика сравнительно
ярко окрашена; обѣ ея составляющія непосредственно подѣ микроскопомъ
видны совершенно отчетливо. Увеличеніе въ обоихъ случаяхъ 75. Препараты
охлаждались въ обыкновенныхъ условіяхъ (сравнительно быстро) и именно по
этой причинѣ эвтектика носитъ сферолитовый характеръ. При медленномъ охла-
жденіи структура ея получается перлитовая, что и видно на фотографіи № 2.

Фотографія № 2, таблица I. Чистая эвтектика при большомъ увели-
ченіи. Чрезвычайно тонкій слой; снятъ промежутокъ между кристаллами
мета-нитранилина. Подѣ микроскопомъ камфора рѣзко отличается отъ кри-
сталликовъ мета-нитранилина, благодаря различной поляризационной окраскѣ.
Свѣтъ простой; увеличеніе 450.

Діаграмма 10.



Фотография № 1, таблица II—60% мета-нитранилина. Увеличение 90, свѣтъ простой. Свѣтлые (ярко-желтые) характерные призматическіе кристаллы твердаго раствора предѣльной концентраціи, не отличающіеся по виду отъ чистаго мета-нитранилина. Между ними болѣе темная эвтектика. При значительномъ избыткѣ въ смѣси мета-нитранилина въ эвтектической массѣ кристаллики нитранилина получили наибольшее развитіе и видны совершенно отчетливо. Камфора, немѣющаяся при застываніи эвтектики центровъ кристаллизаціи, заняла подчиненное положеніе и заноситъ пустоты и промежутки между кристаллами. Картина весьма характерная и нормальная для тѣхъ случаевъ, когда компоненты обладаютъ различной скоростью кристаллизаціи.

11. Камфора — ортонитранилинъ (таблица 11, діаграмма 11).

Температура плавленія орто-нитранилина по Креману и Родонису¹ 68,0°; по Ванъ-деръ-Линдену² 69,5° и по Турниеру³ 71,5°.

¹ L. c.

² Van-der-Linden. Landolt. Bernst. Tabellen. 4 Aufl. 507.

³ Turner. Beilstein's Handb. B. II, 318, III Aufl.

Т а б л и ц а 11.

Камфора — ортонитранилинъ.

Навѣска 7 гр.

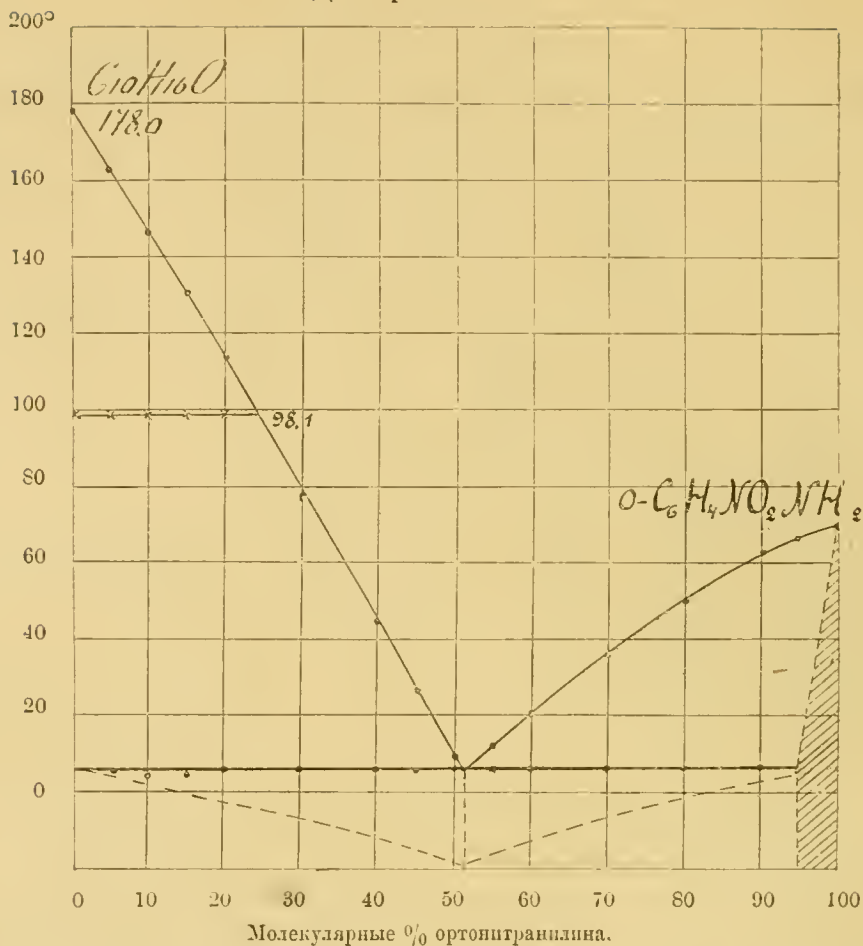
№	Содержаніе орто-нитранилина.		Температура 1-хъ выдѣлений кристалловъ.	Модификаціи.	Температура кристаллизаціи эвтектики.	Продолжительность эвтектической остановки въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярныя %.	Вѣсовые %.					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	
2	3,0	2,73	169,0	97,7	—	—	
3	5,0	4,56	162,7	97,5	2,5°	20	
4	10,0	9,17	146,6	96,9	3,4	40	
5	15,0	13,84	130,0	96,8	5,5	60	
6	20,0	18,50	113,5	96,6	6,0	80	
7	25,0	23,23	97,7	—	6,0	110	
8	30,0	28,01	76,5	—	6,0	140	
9	40,0	37,70	44,9	—	6,0	210	
10	45,0	42,62	27,5	—	6,0	240	
11	50,0	47,58	9,8	—	6,0	290	Эвтектическая точка 50,5% молек. орто-нитранилина.
12	60,0	57,66	20,0	—	6,5	210	
13	70,0	67,93	35,4	—	6,0	150	
14	80,0	78,41	49,9	—	6,0	80	
15	90,0	89,10	63,0	—	6,0	30	
16	95,0	94,45	66,6	—	6,0	—	Предѣльная концентрація твердаго раствора 50% молек. камфоры.
17	97,0	96,62	68,9	—	—	—	
18	100	100	69,4	—	—	—	

Препаратъ Кальбаума плавится при 69,4° и даетъ прекрасную остановку на кривой охлажденія.

Эвтектическая остановка ясно замѣтна въ смѣси съ содержаніемъ въ 5% орто-нитранилина, хотя температура ея значительно понижена противъ нормы, и только, начиная съ 20% температура кристаллизаціи эвтектики становится постоянной. Эта склонность къ переохлажденію свойственна орто-нитранилину и не имѣетъ мѣста въ смѣсяхъ камфоры съ пара и мета-нитранилинами. Эвтектика плавится при 6,0°, такъ что смѣси отъ 45% и до 55% жидки при комнатной температурѣ. Графическимъ построеніемъ продолжительности эвтектической остановки составъ эвтектики опредѣляется въ 51% молекулярныхъ орто-нитранилина. Со стороны камфоры твердыхъ растворовъ не обнаружено. Полиморфное превращеніе можно прослѣдить отъ чистой камфоры до смѣси съ содержаніемъ въ 25% молекулярныхъ орто-нитранилина.

Орто-нитранилинъ растворяетъ въ себѣ до 5% камфоры. Микроструктура внолиѣ отвѣчаетъ діаграммѣ плавкости и въ общемъ совершенно подобна той, которая имѣетъ мѣсто въ системѣ 10. Фотографированіе однако

Діаграма 11.



здѣсь сопряжено съ нѣкоторыми неудобствами въ виду низкой температуры плавленія эвтектики, а потому снѣжковъ здѣсь я и не привожу. Разсматривая совмѣстно бинарныя системы камфора — три изомерныя нитраніліна, замѣчаемъ повышеніе способности у болѣе высокоплавкихъ изомеровъ растворять камфору въ твердомъ состояніи; такъ:

орто-нитранілінь	плавится при	69,4°	растворяетъ	5°/о	камф.
мета-нитранілінь	»	»	114,0°	»	8,2°/о »
пара-нитранілінь	»	»	147,4°	»	10,5°/о »

Здѣсь замѣтна даже нѣкоторая пропорціональность, именно: повышеніе температуры плавленія между орто и мета изомерами 44,6° увеличиваетъ концентрацію твердаго раствора на 3,2°. Повышенію же температуры плавленія между мета и пара въ 33,4° по этой пропорціи должно соотвѣт-

ствовать увеличеніе концентраціи на 2,42⁰/₀; въ дѣйствительности концентрація увеличивается на 2,5⁰/₀.

Составы эвтектикъ въ этихъ трехъ системахъ и температуры ихъ плавленія таковы:

орто	51 ⁰ / ₀	температура плавленія	6.0°
мета	30 ⁰ / ₀	» » 	49.5°
пара	31.5 ⁰ / ₀	» » 	76.0°

О самыхъ препаратахъ нитранилиновъ нужно замѣтить слѣдующее. Послѣ двукратной перекристаллизаціи небольшихъ ихъ количествъ изъ горячей воды, температуры плавленія ихъ не повысились; всѣ они превосходно кристаллизуются и даютъ совершенно горизонтальную остановку на кри-
выхъ охлажденія.

Это обстоятельство, являясь лучшимъ показателемъ высокой степени чистоты нитранилиновъ, позволило пользоваться ими для градуировки свѣто-
чувствительной бумаги пирометра.

12. Камфора — метадинитробензолъ (таблица 12, діаграмма 12).

Температура плавленія мета-динитробензола по Шредеру¹ — 89,8°, по Креману² — 89,5° и 91,0; по Кромптону и Витлею³ — 90,2° и по Б. Н. Меншуткину⁴ — 90°. Перекристаллизованный изъ спирта препаратъ Кальбаума плавился при 90,1°. Эвтектическая точка при температурѣ 50,5° отвѣчаетъ содержанію мета-динитробензола въ 38,5⁰/₀ молек. Со стороны камфоры твердыхъ растворовъ не обнаружено. Полиморфное превращеніе удастся прослѣдить въ смѣсяхъ до 25⁰/₀ молекулярныхъ мета-динитробензола. При дальнѣйшемъ увеличеніи его содержанія изъ расплавленной массы выдѣляется прямо гексагональная модификація камфоры. Мета-динитробензолъ растворяетъ въ твердомъ состояніи до 8⁰/₀ молекулярныхъ камфоры.

Фотографія № 5, таблица I и № 6, таблица I представляютъ одно и то же мѣсто препарата съ 5⁰/₀ мета-динитробензола, но № 6 снята въ простомъ свѣтѣ, а № 5 въ поляризованномъ.

Въ первомъ случаѣ на рисункѣ видны крупныя, свѣтлыя поліэдры

¹ Schröder. Zeitschr. physik. Chem. 11, 456, 1893.

² Kremann. Monatsh. f. Chem. 29, 863, 1908; 25, 1246, 1904.

³ Crompton a. Whiteley. Journ. Chem. Society 67, 327, 1895.

⁴ Б. Н. Меншуткинъ. Извѣст. С.-ИБ. Политехн. Инст. Т. XIII, 411, 1910.

Т а б л и ц а 12.

Камфора — метадинитробензолъ.

Навѣска 7 гр.

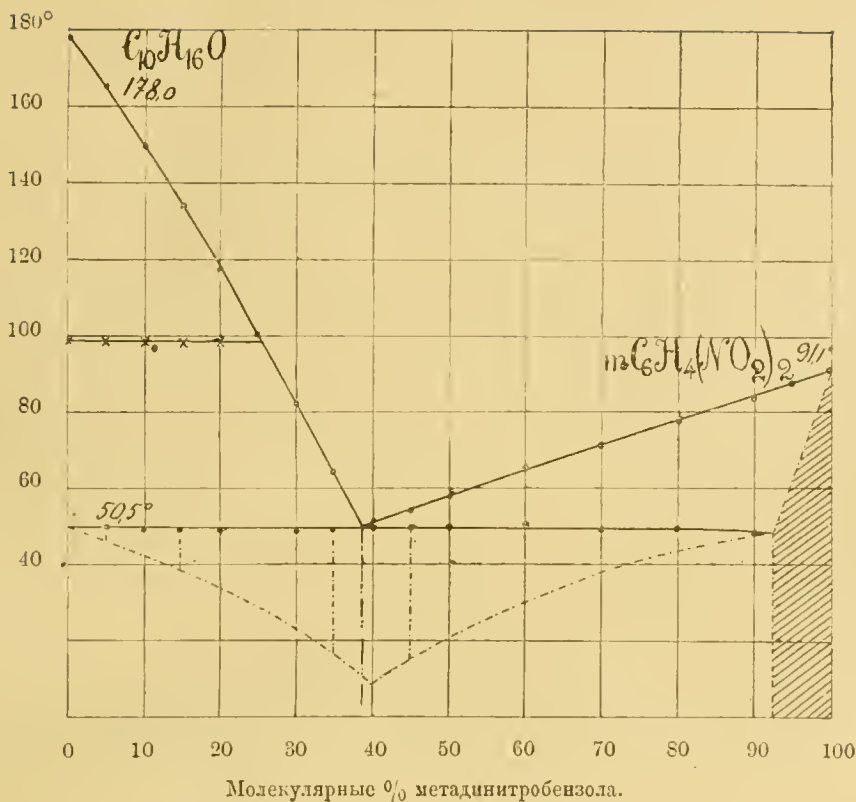
№	Содержаніе мета-динитробензола.		Температура 1-хъ выдѣлений кристалловъ.	Модификація.	Температура кристаллизаціи эвтектики.	Продолжительность эвтектической остановки въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярныя %.	Вѣсовые %.					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	
2	3,0	3,30	168,5	97,8	—	—	
3	5,0	5,50	164,0	97,7	46,0°	40	
4	10,0	10,93	149,1	97,2	49,6	60	
5	15,0	16,27	133,5	96,9	50,0	100	
6	20,0	21,64	117,0	96,8	51,0	150	
7	25,0	27,00	100,5	—	50,5	200	
8	30,0	32,14	82,2	—	50,5	250	
9	35,0	37,28	64,3	—	50,5	270	
10	40,0	42,42	51,4	—	50,5	380	
11	45,0	47,46	54,1	—	50,5	330	Эвтектическая точка 38,5°/о мол. мета-динитробензола.
12	50,0	52,50	57,4	—	51,0	290	
13	60,0	62,38	64,9	—	51,0	200	
14	70,0	72,06	71,0	—	51,5	120	
15	80,0	81,55	77,5	—	49,5	70	
16	90,0	90,86	83,7	—	48,5	—	Предѣльная концентрація твердаго раствора 80°/о молек. камфоры.
17	95,0	95,45	87,4	—	—	—	
18	97,0	97,27	88,6	—	—	—	
19	100	100	90,1	—	—	—	

камфоры и между ними тонкія, темныя прослойки эвтектики, расположенныя между гранями зеревъ. Что эти темныя линіи представляютъ именно эвтектику явствуетъ изъ микротографіи № 5. Здѣсь въ поляризованномъ свѣтѣ зерна камфоры представляются темными, эвтектика же, заключающая въ себѣ значительное количество мета-динитробензола, сильно дѣйствующаго на поляризованный свѣтъ, на этомъ снимкѣ является свѣтлой. Непосредственно подъ микроскопомъ картина еще болѣе рѣзкая, такъ какъ зерна камфоры сѣраго цвѣта (въ поляризованномъ свѣтѣ), а эвтектика окрашена ярко въ желтые, зеленые и красные тона. Если бы между гранями кристалловъ не была заключена эвтектика, а просто было ничѣмъ незаполненное пространство, то въ поляризованномъ свѣтѣ оно представлялось бы совершенно черными линіями и, наоборотъ, болѣе свѣтлыми оказались бы поліэдры камфоры. Увеличеніе 80.

Фотографія № 2, таблица II. Препаратъ съ 20°/о мета-динитробензола. Свѣтъ простой; увеличеніе 90.

Очень крупныя прекрасно развитыя кристаллы камфоры; замѣтны три

Діаграмма 12.



направленія роста кристалловъ. Промежутки заполнены прекрасно образованной точечной эвтектикой очень тонкаго пѣжнаго строенія. Подъ микроскопомъ картина въ высшей степени красива: въ эвтектической массѣ отчетливо видны сѣровато-желтые кристаллики камфоры и очень ярко окрашенные таблочки мета-динитробензола. Уже на ранѣ приведенныхъ фотографіяхъ встрѣчалась подобная структура. Она чрезвычайно типична не только для органическихъ веществъ, но и для металловъ и солей. Увеличеніе 90; свѣтъ простой.

Фотографія № 1, таблица III снимокъ съ препарата въ 40% молекулярныхъ мета-динитробензола (почти чистая эвтектика). Обычно (это явленіе наблюдается не только въ приводимыхъ въ настоящей статьѣ системахъ, но и во многихъ другихъ, структуру которыхъ приходилось изучать), чистая эвтектика двухъ органическихъ веществъ представляетъ собой въ расплавленномъ состояніи сравнительно густую жидкость. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напр. въ смѣсяхъ камфоры съ гидрохинономъ, пирокатехиномъ, ментоломъ, бензо-фенономъ, она густотой напоминаетъ касторовое

масло. Въ смѣси же камфоры съ азобензоломъ получается темно-красная жидкость (студень), невыливающаяся изъ пробирки и не при какихъ условіяхъ не кристаллизующаяся. При быстромъ охлажденіи подобныя жидкости могутъ застывать въ стекло. При медленномъ охлажденіи она кристаллизуется въ сферолитахъ, при чемъ иногда всего лишь отъ одного, двухъ центровъ кристаллизаціи. Иногда прикосновеніемъ холодными щипчиками къ покровному стеклышку микроскопическаго препарата удается вызвать образованіе одного центра кристаллизаціи и тогда растущій отъ него сферолитъ покрываетъ собой все стеклышко. Примѣры подобной кристаллизаціи были приведены въ статьѣ: «Камфора и фенолы»¹. Конечно, въ смѣсяхъ, содержащихъ избыточный компонентъ противъ состава эвтектики, условія кристаллизаціи всегда будутъ нѣсколько иныя, ввиду присутствія центровъ кристаллизаціи для эвтектики (послѣ выдѣленія 1-хъ кристалловъ). Къ этому вопросу еще придется вернуться подробнѣе ниже въ особой главѣ. На приводимой здѣсь фотографіи представлены такіе сферолиты чистой эвтектики (камфора — мета-динитробензолъ). Видны 2 центра кристаллизаціи и одинъ малый, почти правильно развившійся сферолитъ. Въ зависимости отъ толщины застывшаго слоя, а также отъ расположенія мельчайшихъ кристалликовъ (составляющихъ эвтектики) самые сферолиты имѣютъ различную окраску, но всегда лишь желто-коричневыхъ тоновъ. Свѣтъ простой; увеличеніе 30.

Фотографія № 2, таблица III 60% мета-динитробензола. Длинные, свѣтлыя иглы твердаго раствора (камфоры въ мета-динитробензолѣ) предѣльной концентраціи и въ промежуткахъ темная, толстая лучистая масса эвтектики; двойственная структура послѣдней видна не отчетливо; причина этого явленія лежитъ въ большой, скорости кристаллизаціи мета-динитробензола, въ сравненіи съ камфорой. Вторичное его выдѣленіе изъ эвтектической магмы опредѣлило собой лучистое направленіе кристалловъ, а камфора, выдѣлившаяся нѣсколько позже, заняла подчиненное положеніе, заполнивъ лишь капиляры между мелкими иглочками мета-динитробензола; такаа структура уже описана въ системѣ камфора-фталевый ангидридъ. Свѣтъ простой; увеличеніе 60.

Фотографія № 3, таблица III — 70% мета-динитробензола; увеличеніе 70; свѣтъ простой. Свѣтлыя иглы того же твердаго раствора, но количество ихъ нѣсколько больше. Шлифъ замѣтно тоньше, чѣмъ предыдущій и здѣсь въ темной массѣ эвтектики, даже на фотографіи, замѣтны обѣ

¹ Н. Н. Ефремовъ. Камфора и фенолы. Изв. С.-ИВ. Политехническаго Института Т. XVIII, 391, 1912 г.

структурныя составляющія эвтектики. Препаратъ охлаждался весьма медленно и подъ микроскопомъ сравнительно крупныя кристаллики камфоры видны совершенно отчетливо.

13. Камфора — коричная кислота (таблица 13, диаграмма 13).

Коричная кислота приготовлена въ нашей лабораторіи по методу Перкина; дважды перекристаллизованная изъ горячей воды она плавится при 133,0°. Эвтектика содержитъ 36,5% молекулярн. коричной кислоты и плавится при температурѣ 71,5°. Эвтектическая остановка отчетливо выражена при содержаніи въ смѣси 5% молекулярн. коричной кислоты. Кривая продолжительности вторичной кристаллизаціи пересѣкаетъ ординату чистой камфоры, что указываетъ на полное отсутствіе твердыхъ растворовъ со стороны камфоры, наоборотъ, коричная кислота растворяетъ въ твердомъ видѣ до 12,5% молекулярныхъ камфоры.

Т а б л и ц а 13.

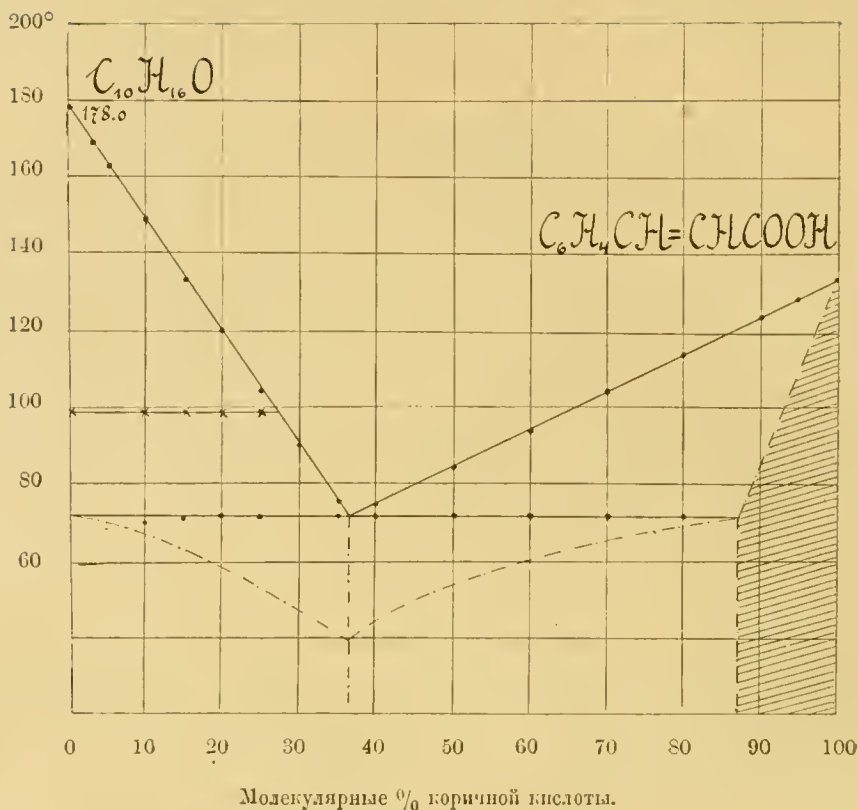
Камфора — коричная кислота.

Навѣска 5 гр.

№	Содержаніе коричной кислоты.		Температура 1-хъ выделеній кристалловъ.	Модификаціи.	Температура застыванія эвтектики.	Продолжительность эвтектической остановки въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярные %.	Вѣсовые %.					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	
2	3,0	2,96	168,7	98,0	—	—	
3	5,0	4,87	162,4	98,0	68,5°	30	
4	10,0	9,76	147,0	97,8	70,0	60	
5	15,0	14,67	132,6	98,0	71,0	100	
6	20,0	19,58	118,6	97,7	71,5	150	
7	25,0	24,51	104,0	—	71,5	210	
8	30,0	29,44	88,8	—	71,5	260	
9	35,0	34,40	75,1	—	72,0	310	Эвтектическая точка 36,6% молек. коричной кислоты.
10	40,0	39,36	74,8	—	72,0	350	
11	50,0	49,33	84,0	—	71,5	170	
12	60,0	59,36	98,4	—	71,5	100	
13	70,0	69,43	103,5	—	71,5	50	
14	80,0	79,50	114,0	—	71,5	20	Предѣльная концентрація твердаго раствора 12,5% молек. камфоры.
15	90,0	89,62	123,2	—	—	—	
16	95,0	94,86	128,3	—	—	—	
17	100	100	133,0	—	—	—	

Полиморфное превращеніе замѣтно до 25% молекулярн. коричной кислоты.

Діаграмма 13.



Фотографія № 4, таблица III снята съ препарата, содержащаго 70% коричной кислоты. Бѣлые, широкіе призматическіе кристаллы твердаго раствора предѣльной концентраціи (12,5% камфоры) и болѣе темная эвтектика, застывшая сравнительно толстымъ слоемъ. Тѣмъ не менѣе даже здѣсь можно въ темной массѣ различить мелкіе кристаллики камфоры. Увеличеніе 90; свѣтъ простой.

Фотографія № 1, таблица IV — 60% коричной кислоты. Очень удачный тонкій препаратъ. Картина въ сущности та же, что и на предыдущемъ снимкѣ, но въ промежуткахъ между прекрасно развитыми длинными свѣтлыми кристаллами первыхъ выдѣлений, ясно видны обѣ структурныя составляющія эвтектики. При чемъ здѣсь даже и самое распрѣдѣленіе мелкихъ кристалликовъ камфоры и коричной кислоты (твердаго раствора) почти равномерно и лишь возлѣ самыхъ крупныхъ кристалловъ замѣтно нѣкоторое скопленіе камфоры. Подъ микроскопомъ отличіе въ окраскѣ очень рѣзко. Вообще эту картину нужно признать весьма типичной; даже для металличе-

скаго сплава трудно получить болѣе отчетливую картину. Увеличеніе 90; свѣтъ простой.

Фотографія № 5, таблица III. Почти чистая эвтектика (35% молекулярныхъ коричной кислоты).

Какъ и слѣдуетъ ожидать, эвтектика закристаллизовалась въ сферолитахъ. Въ срединѣ фотографическаго снимка видѣнъ частью такой лучистый сферолитъ, совершенно подобный представленному на фотографіи № 1, таблицѣ III. Центръ его кристаллизаціи находится въѣ площади рисунка. Этотъ сферолитъ (а также и снятые на фотографіи № 1) повидимому совершенно однороденъ; но однородность эта кажущаяся. Если разрѣзъ сферолита происходитъ по иной плоскости, то мелкіе кристаллики, обуславливающие собой лучистый видъ сферолита оказываются разсѣченными перпендикулярно направленіямъ роста и неоднородность такого «эвтектическаго сферолита» сразу становится замѣтной: онъ имѣетъ тогда точечную явно неоднородную структуру. Это явленіе совершенно одинаково съ тѣмъ, имѣющимъ мѣсто въ металлическихъ сплавахъ, когда перлитовая (полосчатая) эвтектика, при разсмотрѣніи въ плоскости перпендикулярной направленію роста, становится точечной. На фотографіи эти «точечные» сферолиты видны по краямъ рисунка: малый въ лѣвой части и большой въ правой. Непосредственно подъ микроскопомъ — средній сферолитъ окрашенъ въ переходящіе желто-коричневые тона, въ то время, какъ крайніе (точечные) имѣютъ очень ярко окрашенные въ красные, синіе и зеленые цвѣта точки рядомъ съ такими же точечками сѣраго цвѣта (камфора). Увеличеніе 90. Свѣтъ простой.

Фотографія № 6, таблица III — 20% коричной кислоты. Воинѣ типичная картина. Крупныя, свѣтлыя звѣзды камфоры и болѣе темная, очень пѣзнаго строенія флюидная эвтектика. Увеличеніе 60; свѣтъ простой.

Фотографія № 2, таблица IV — 5% коричной кислоты (95% камфоры). Очень крупныя, прекрасно развитыя кристаллы камфоры. Между ними болѣе темная эвтектика. Количество ея незначительно и въ мѣстахъ болѣе толстыхъ двойственная ея структура не отчетлива. Въ болѣе же тонкихъ частяхъ видна точечная эвтектика. Подъ микроскопомъ, благодаря различію въ окраскѣ, картина совершенно убѣдительна. Въ общемъ фотографія эта напоминаетъ о фотографіи № 1, таблицы I-ой въ I-ой статьѣ; такой видъ имѣютъ всѣ препараты съ большимъ (90—95%) содержаніемъ камфоры. Увеличеніе 80, свѣтъ простой.

14. Камфора — антрацень (таблица 14, диаграмма 14).

Рудольфи¹, Гарелли² и Виньон³ дают для температуры плавления антрацена одинаковое число 213°. Кремани⁴ — 212°. Антрацень былъ очищенъ возгонкой и показалъ температуру плавления 213°.

Эвтектическая точка въ этой системѣ лежитъ при 19,5% молекулярныхъ антрацена и температурѣ 116,5°. Эвтектическая остановка появляется при содержаніи въ смѣси 5% молекулярныхъ антрацена. Въ смѣси 20% она имѣетъ наибольшую продолжительность, а при содержаніи въ 80% антрацена ея уже не замѣтно. Графическое построение продолжительности

Т а б л и ц а 14.

Камфора-антрацень.

Навѣска 6 гр.

№	Содержаніе антрацена.		Температура 1-хъ выдѣлений кристалловъ.	Температура кристаллизаціи эвтектики.	Продолжительность эвтектической остановки въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярные %.	Вѣсовые %.				
1	0	0	178,0°	—	—	Эвтектическая точка 19,5% антрацена.
2	2,57	3,0	170,5	—	—	
3	4,30	5,0	164,6	117,0°	20	
4	8,72	10,0	150,0	117,0	80	
5	10,87	12,5	142,3	116,0	110	
6	13,09	15,0	135,1	115,5	140	
7	17,58	20,0	119,9	116,0	220	
8	22,15	25,0	125,2	116,0	200	
9	26,80	30,0	137,1	116,0	180	
10	31,54	35,0	147,9	117,0	150	
11	36,27	40,0	157,6	116,0	130	
12	46,06	50,0	168,3	116,0	95	
13	51,00	55,0	172,5	116,0	80	
14	56,18	60,0	176,1	116,6	60	
15	61,33	65,0	180,0	116,0	40	
16	66,58	70,0	183,6	116,0	20	
17	71,92	75,0	188,5	116,0	—	
18	77,35	80,0	191,5	—	—	
19	82,87	85,0	195,0	—	—	
20	88,62	90,0	199,2	—	—	Предѣльная концентрація твердаго раствора 17,5% молек. камфоры.
21	94,20	95,0	205,0	—	—	
22	96,51	97,0	208,1	—	—	
23	100	100	213,0	—	—	

¹ Rudolphi. Zeitschr. Phys. Chem. 66, 723, 1909.

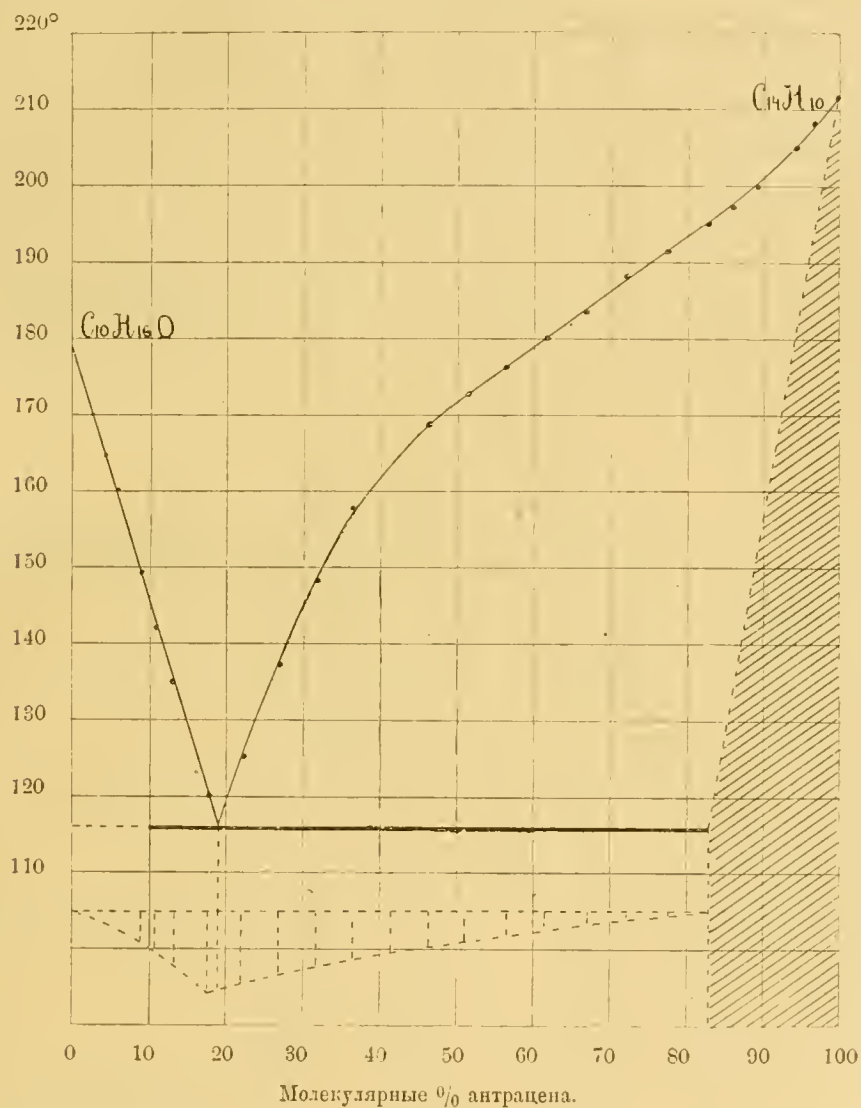
² Garelli. Gazz. chim. Ital. 24, II, 263.

³ Vigon. Bull. Soc. Chim. 6, 387, 1891.

⁴ Kremann. Wien. Berich. 113, 116, 1085.

кристаллізації опредѣляетъ предѣльную концентрацію твердаго раствора камфоры въ антраценѣ въ 82,5% молекулярныхъ антрацена (17,5% молекулярн. камфоры). Полиморфное превращеніе камфоры удается прослѣдить

Діаграмма 14.



до смѣси въ 50% молекулярныхъ антрацена. Микроструктура въ этой системѣ обыкновеннаго типа совершенно согласна съ діаграммой плавкости. Но въ послѣдствіе легкой сублимаціи антрацена, особенно при расплавленіи смѣси на предметномъ стеклышкѣ, микроскопическіе препараты получаютъ не-

равномірної товщини и вообщє замѣтно хужє, чѣмъ въ другихъ системахъ, а потому фотографій я и не привожу.

15. Камфора — тіокарбанилидъ (таблица 15, діаграма 15).

Бамбергеръ¹ для температуры плавленія тіокарбанилида даетъ число 153°; Лельманъ² — 150,5°. Я приготовилъ тіокарбанилидъ изъ анилина и сѣроуглерода обычнымъ способомъ. Препаратъ перекристаллизованный изъ спирта плавится при температурѣ 150,2°.

Эвтектическая кристаллизація появляется въ смѣси съ содержаніемъ въ 5% молекулярныхъ (7,32% вѣса) тіокарбанилида, достигаетъ максимальной продолжительности въ смѣси съ 25% и исчезаетъ, наконецъ, начиная съ 80% молекулярныхъ тіокарбанилида. Графическое построеніе продолжительности вторичной кристаллизаціи опредѣляетъ собой составъ эвтектики

Т а б л и ц а 15.

Камфора — тіокарбанилидъ.

Павѣска 5 гр.

№	Содержаніе тіокарбанилида.		Температура 1-хъ выдѣлений кристалловъ.	Модификація.	Температура застыванія эвтектики.	Продолжительность эвтектической остановки въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярные %.	Вѣсовые %.					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	
2	5,0	7,32	162,4	97,7	91,1	50	
3	10,0	14,28	144,8	97,9	92,6	110	
4	20,0	27,27	110,1	97,6	94,4	280	
5	25,0	33,33	96,0	—	—	360	
6	30,0	39,07	98,8	—	94,4	320	
7	40,0	50,00	106,7	—	94,4	270	
8	45,0	55,10	110,2	—	94,4	240	
9	50,0	60,0	114,8	—	94,4	210	
10	60,0	69,23	124,0	—	94,4	150	
11	70,0	77,77	132,2	—	94,4	90	
12	75,0	81,34	135,8	—	94,4	60	
13	80,0	85,71	139,6	—	94,6	—	
14	90,0	93,10	145,8	—	—	—	
15	95,0	96,61	147,8	—	—	—	
16	100	100	150,2	—	—	—	

Эвтектическая точка 25,5% молек. тіокарбанилида.

Предѣльная концентрація твердаго раствора 16% молек. камфоры.

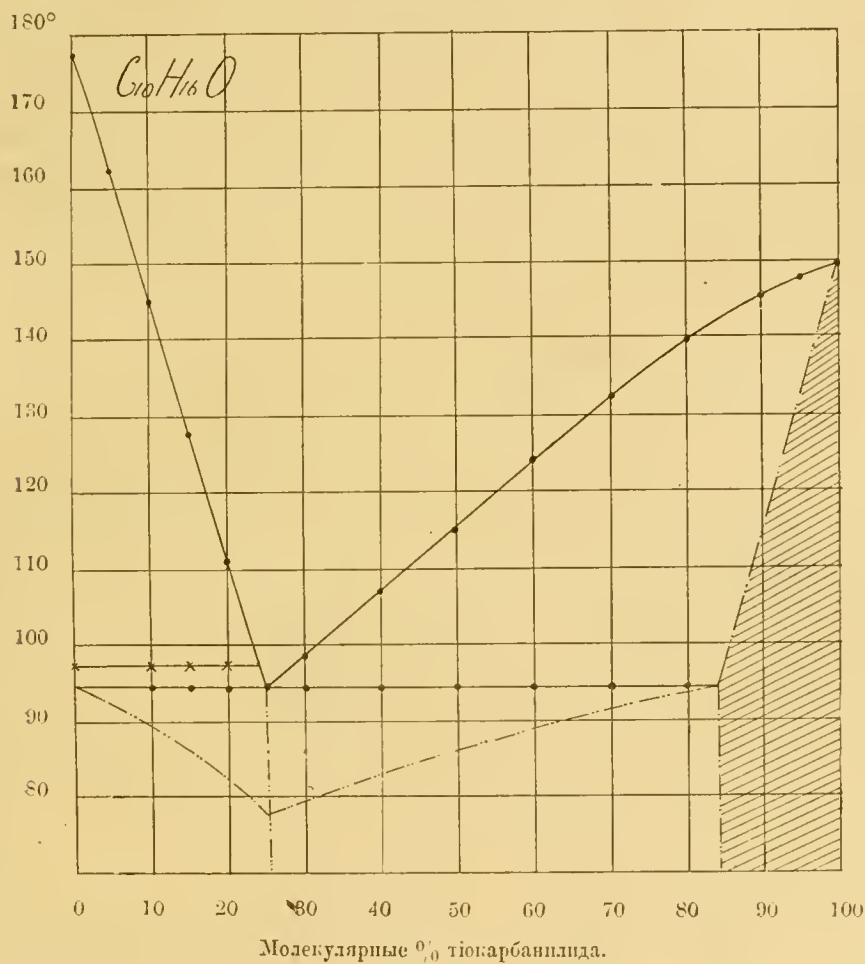
¹ Bamberger. Berl. Berichte. 14, 2638.

² Lellmann. Lieb. Annal. 221, 21.

въ 25,5% молекулярныхъ тіокарбанилида (при температурѣ 94,4°), а также и предѣльную концентрацію твердаго раствора камфоры въ тіокарбанилидѣ — именно 84% тіокарбанилида (16% камфоры).

Полиморфное превращеніе камфоры при 98,1° въ этой системѣ замѣтить удастся, но оно выражено гораздо менѣе рѣзко, чѣмъ въ другихъ случаяхъ, потому что температура превращенія весьма близка къ температурѣ

Діаграмма 15.



застыванія эвтектики (94,4°) и на стеклынкѣ микроскопа оба эти процесса часто совпадаютъ; въ смѣсяхъ до 20% тіокарбанилида температура превращенія нѣсколько понижена (97,7—97,6°). Причина этого обстоятельства можетъ находиться въ томъ, что камфора даетъ съ ацетанилидомъ твердый растворъ очень незначительной концентраціи (десятыя доли %); но болѣе въ-

роятно предположить, что такое запаздываніе превращенія происходитъ отъ близости температуръ превращенія и кристаллизаціи, тѣмъ болѣе, что молекулярная депрессія камфоры при раствореніи въ ней тіокарбанилида, несколько не меньше, чѣмъ при раствореніи въ ней другихъ веществъ, совершенно не дающихъ съ камфорой твердыхъ растворовъ.

Микроструктура вполне отвѣчаетъ діаграммѣ плавкости. До 25% молекулярныхъ тіокарбанилида первыми выдѣленіями являются уже представленные на фотографіяхъ звѣздочки камфоры различной степени крупности въ зависимости отъ состава смѣси, и вокругъ нихъ лучистая, тонкаго строенія, эвтектика. Начиная съ 30% и до 80% первыми выдѣленіями являются зернистые кристаллы предѣльнаго твердаго раствора, похожіе на зерна твердаго раствора въ системѣ камфора-ацетамидъ, и въ промежуткахъ—эвтектика; отъ 80% и до чистаго тіокарбанилида подѣ микроскопомъ видны совершенно однородные крупные кристаллы твердаго раствора (16% молекулярныхъ камфоры), отдѣленные другъ отъ друга отчетливо очерченными гранями.

16. Камфора — тринитробензолъ (1. 3. 5) (таблица 16, діаграмма 16).

Т а б л и ц а 16.

Камфора — 1—3—5 тринитробензолъ.

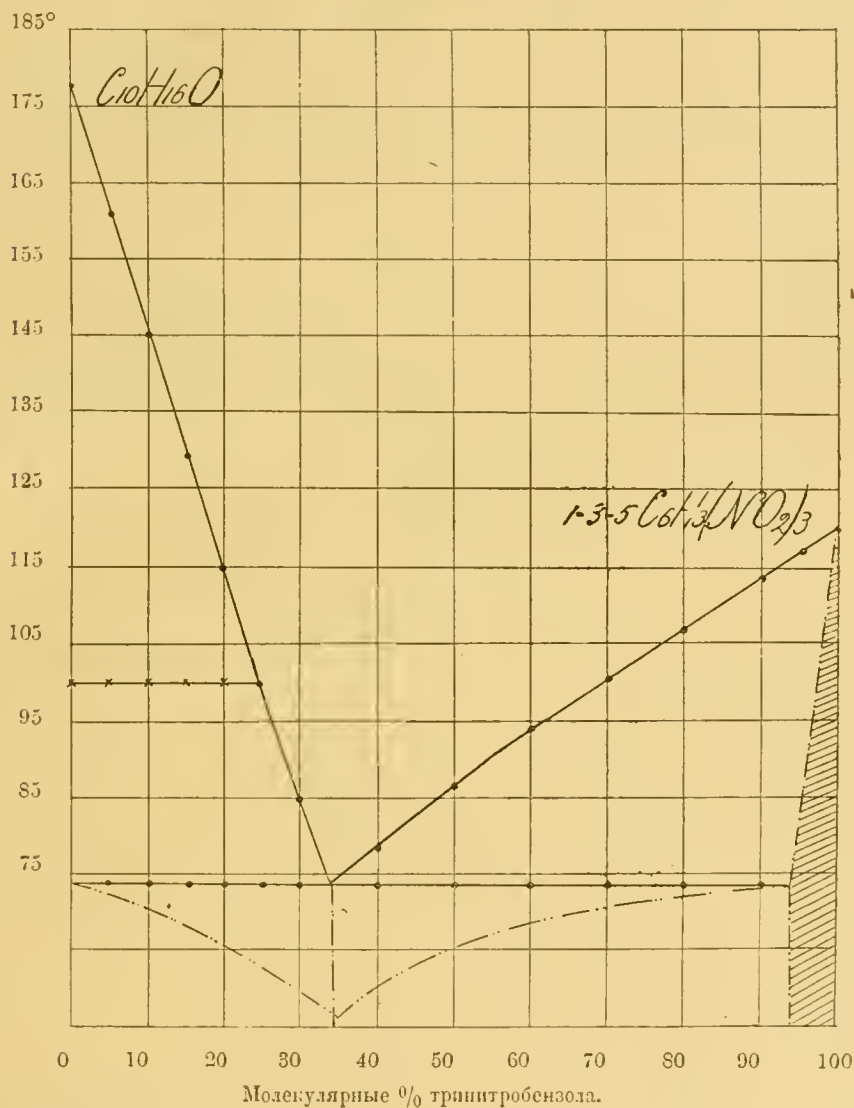
Навѣска 7 гр.

№	Содержаніе 1—3—5 трини- тробензола.		Температура 1-хъ выдѣлений кри- сталловъ.	Модификація.	Температура за- стыпанія эвтек- тики.	Продолжительность эвтектической кристаллизаціи въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молеку- лярные %.	Вѣсо- вые %.					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	Эвтектическая точка 94,7° молекулярныхъ 1—3—5 тринитро-бензола.
2	3,0	4,16	167,8	98,0	73,3°	—	
3	5,0	6,87	161,5	98,0	73,8	48	
4	10,0	13,47	143,7	97,8	73,8	81	
5	15,0	19,64	129,7	97,7	73,8	132	
6	20,0	25,94	113,6	97,7	73,8	180	
7	30,0	37,52	82,8	—	73,8	330	
8	35,0	43,00	73,8	—	—	550	
9	40,0	48,29	78,4	—	73,8	400	
10	45,0	53,41	82,5	—	73,8	—	
11	50,0	58,36	86,4	—	73,8	180	
12	60,0	67,76	94,4	—	73,8	120	
13	70,0	76,58	100,6	—	73,8	80	
14	80,0	84,86	106,9	—	73,8	40	
15	90,0	92,66	113,7	—	73,8	15	
16	95,0	96,38	116,9	—	69,7	—	
17	100	100	120,7	—	—	—	

Предѣльная концен-
трація твердаго раствора
69% молек. камфоры.

Симметрическій тринитробензолъ имѣетъ температуру плавленія по Ванъ-деръ-Линдену¹ 121°; по Фридлендеру² 121—122°; Зюдборужъ и Биръ³ даютъ число 121; препаратъ Кальбаума у меня плавился при 120,7°.

Діаграмма 16.



Эвтектическая остановка появляется совершенно ясно уже при содержаніи 5% молекулярныхъ тринитробензола и затѣмъ во всѣхъ смѣсяхъ до

¹ Van der Linden. Berl. Berichte. 45, 231, 1912.

² Friedländer. Beilstein's Handb. B. II, 82, III Aufl

³ Sudborough a. Beard. Journ. Chem. Society. 97, 773, 1910.

90% очень отчетливо выражена. Эвтектика представляет собой очень подвижную (негустую) жидкость и температура ея застыванія очень постоянна (не пересохлаждается).

Эвтектическая точка при температурѣ 73,8° отвѣчаетъ содержанію въ смѣси 34% молекулярныхъ тринитробензола. Со стороны камфоры твердые растворы совершенно отсутствуютъ; тринитробензолъ растворяетъ въ твердомъ состояніи значительныя количества камфоры. Графическимъ построениемъ продолжительности вторичной кристаллизациі предѣльная концентрація твердаго раствора опредѣляется въ 6% камфоры (94% тринитробензола).

Полиморфное превращеніе можно прослѣдить до 20% молекулярныхъ тринитробензола.

Микроструктура сплавовъ подтверждаетъ полученные результаты. На камфарной вѣтви первыми выдѣленіями являются извѣстныя уже свѣтлыя звѣздочки камфоры различной крупности, въ зависимости отъ ея содержанія въ сплавѣ, на фонѣ тонкой точечной эвтектики. На вѣтви тринитробензола выдѣляются широкія призмы твердаго раствора предѣльной концентраціи и между ними болѣе темная лучистая эвтектика.

17. Камфора — метаклорнитробензолъ (таблица 17, діаграмма 17).

Т а б л и ц а 17.

Камфора — метаклорнитробензолъ.

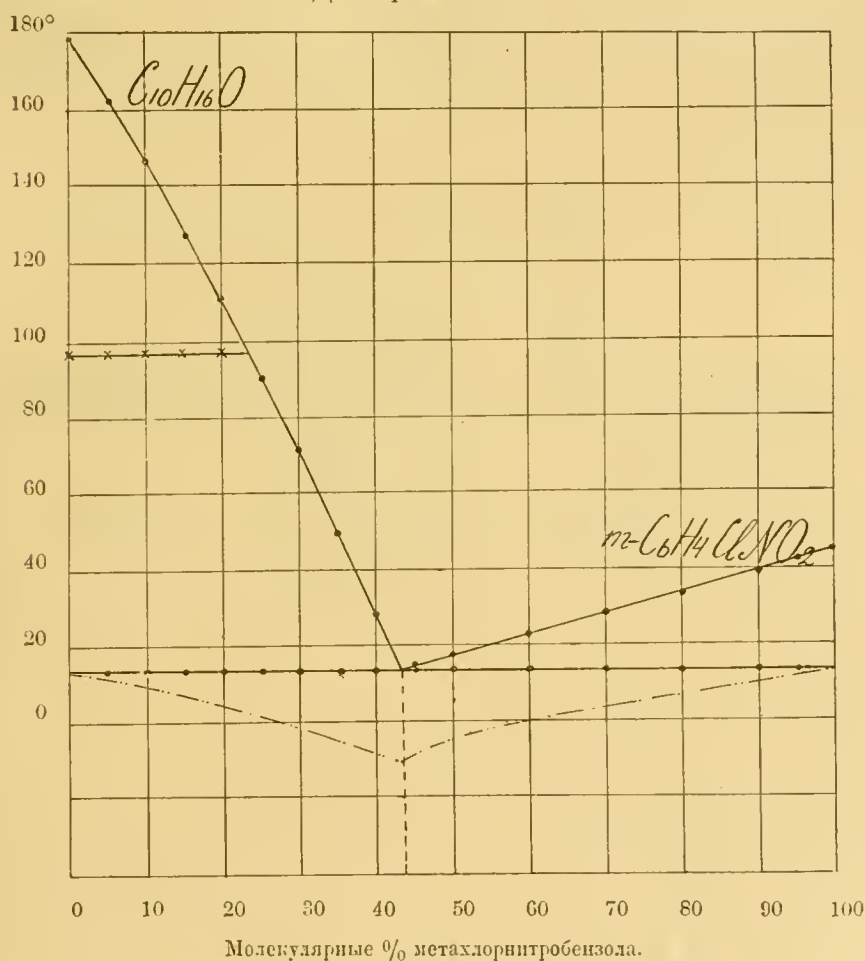
Навѣска 6 гр.

№	Содержаніе метаклорнитробензола въ 0/0.		Температура 1-хъ выдѣлений кристалловъ.	Модификація.	Температура кристаллизациі эвтектики.	Продолжительность эвтектической кристаллизациі въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярные 0/0.	Вѣсковые 0/0.					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	Эвтектика 43,69% молекулярныхъ метаклорнитробензола.
2	3,0	3,10	169,1	98,1	—	—	
3	5,0	5,17	161,7	98,0	5,6°	40	
4	10,0	10,32	145,8	98,0	11,5	80	
5	15,0	15,46	126,3	97,7	11,5	120	
6	20,0	20,57	110,4	97,3	11,5	180	
7	25,0	25,67	91,3	—	11,5	220	
8	30	30,75	71,7	—	11,5	300	
9	35,0	35,81	50,6	—	11,5	360	
10	40,0	40,85	27,8	—	11,5	410	
11	45,0	45,86	14,1	—	11,5	400	
12	50,0	50,88	17,0	—	11,5	340	
13	60,0	60,85	22,4	—	11,5	250	
14	70,0	70,74	28,2	—	11,5	170	
15	80,0	80,56	32,8	—	11,5	100	
16	90,0	90,31	37,3	—	11,5	60	
17	95,0	95,17	40,3	—	16,3	20	
18	100	100	43,9	—	—	—	

Температура плавления мета-хлорнитробензола по литературнымъ даннымъ $44,4—44,5^{\circ}$ ¹. Препаратъ Кальбаума у меня плавился при $43,9^{\circ}$ и при кристаллизаци, несмотря на помѣшиваніе, замѣтно переохлаждался. Поэтому при записываніи кривыхъ охлажденія дѣлались прививки кристалловъ чистаго мета-хлорнитробензола во всѣхъ смѣсяхъ до эвтектической, которой отвѣчаетъ содержаніе мета-хлорнитробензола въ 43% молекулярныхъ и температура $11,5^{\circ}$.

Эвтектическая кристаллизаци также запаздываетъ, почему послѣ выдѣленія первыхъ кристалловъ, дѣлалась вторая прививка уже мельчайшими

Діаграмма 17.



¹ Beilstein's Handb. V. II, 83, II Aufl.; Б. Н. Меншуткинъ. Изв. С.-Пб. Политехн. Инст. 11, 273, 1909; Богоявленскій. Chem. Centralbl. 1903 г., II, 946; Laubenheimer. Berl. Berichte. 8, 1622.

кристалликами камфоры. Въ этихъ условіяхъ переохлажденіе замѣтно уменьшается. Температура застыванія чистой эвтектики опредѣлена кромѣ того нормальнымъ термометромъ въ приборчикѣ Жукова. Термометръ опускался до 8° и затѣмъ происходило повышеніе температуры до $11,5^{\circ}$. Эта температура и принята для кристаллизаціи эвтектики.

Эвтектическая кристаллизація отчетливо замѣтна уже въ смѣсяхъ въ 5% мета-хлорнитробензола и 95% мета-хлорнитробензола; продолжительность ея очень значительна: такъ какъ при навѣскѣ въ 5 въ смѣси 40% мета-хлорнитробензола эвтектика кристаллизовалась въ теченіе 410 секундъ. Графическое построеніе продолжительности второй остановки исключаетъ возможность существованія какъ со стороны камфоры, такъ и со стороны мета-хлорнитробензола твердыхъ растворовъ даже малыхъ концентрацій и это подтверждается микроскопически. При содержаніи въ смѣси 2% камфоры на шлифѣ ясно видны прослойки эвтектики между игольчатыми кристаллами мета-хлорнитробензола.

18. Камфора — ортохлорнитробензолъ (таблица 18, діаграмма 18).

Т а б л и ц а 18.

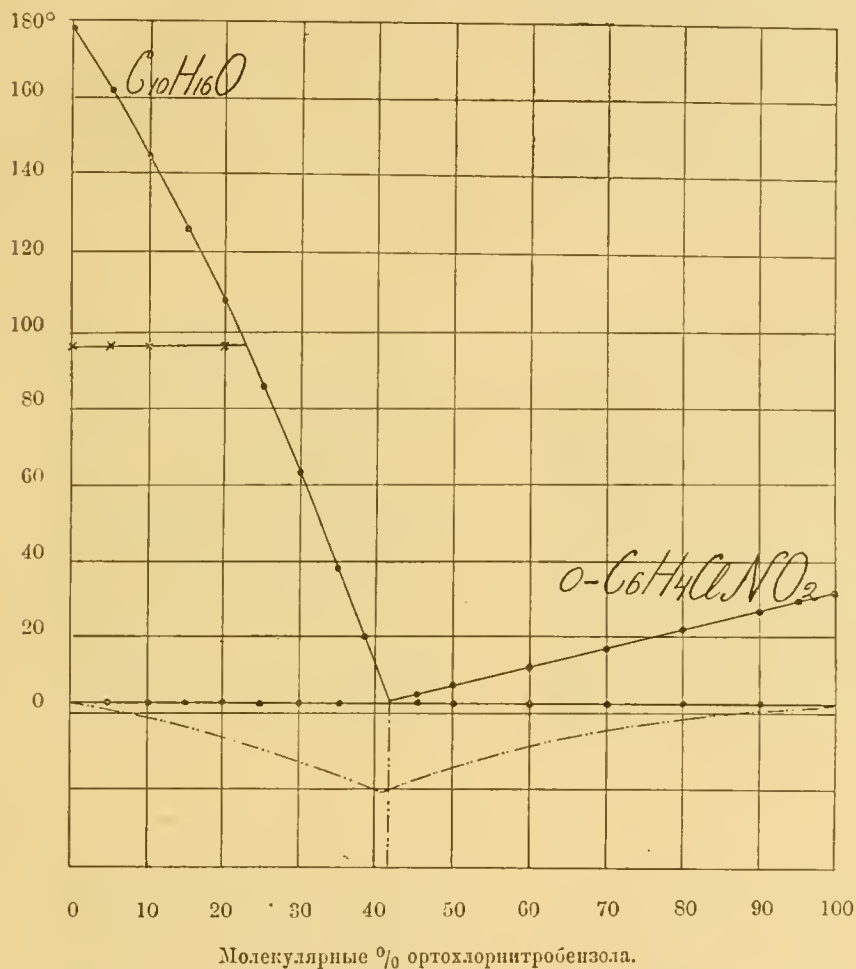
Камфора — ортохлорнитробензолъ.

Навѣска 5 гр.

№	Содержаніе орто-хлорнитробензола.		Температура 1-хъ выдѣлений кристалловъ.	Модификація.	Температура кристаллизаціи эвтектики.	Продолжительность эвтектической кристаллизаціи въ секундахъ.	Примѣчаніе.
	Молекулярные %.	Весовые %					
1	0	0	178,0°	98,1°	—	—	Эвтектика 41,5% молек. орто-хлорнитробензола.
2	3,0	3,10	169,1	98,0	—	—	
3	5,0	5,17	161,5	98,0	1,2°	60	
4	10,0	10,32	145,3	97,6	2,6	100	
5	15,0	15,46	125,8	97,4	2,6	135	
6	20,0	20,57	106,8	97,2	2,6	200	
7	25,0	25,67	85,1	—	2,6	250	
8	30,0	30,75	62,8	—	2,6	300	
9	35,0	35,81	37,7	—	2,6	350	
10	40,0	40,85	10,9	—	2,6	420	
11	45,0	45,86	4,0	—	2,6	380	
12	50,0	50,88	6,9	—	2,6	300	
13	60,0	60,85	11,9	—	2,6	220	
14	70,0	70,74	17,3	—	2,6	160	
15	80,0	80,56	22,6	—	2,9	100	
16	90,0	90,31	26,9	—	3,0	70	
17	95,0	95,17	29,9	—	3,2	30	
18	100	100	31,5	—	—	—	

Температура плавления орто-хлорнитробензола $31,5^{\circ}$ ¹. Эвтектическая точка лежит при температурѣ $2,6^{\circ}$ и содержаніи орто-хлорнитробензола 41,5% молекулярныхъ. Въ этой системѣ также наблюдается переохлажденіе, которое устранялось двукратной прививкой, какъ описано выше.

Діаграмма 18.



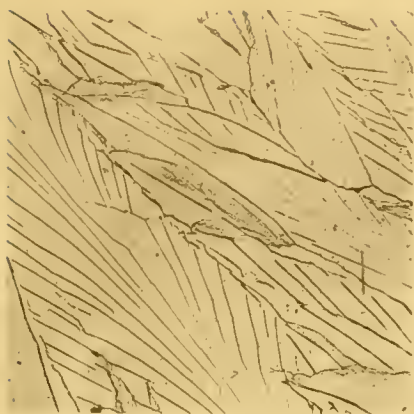
Твердые растворы здѣсь также отсутствуют. Полнормфное превращеніе камфоры можно прослѣдить до содержанія въ смѣси 20% орто-хлорнитробензола.

Заканчивая этой статьёй изложеніе полученнаго мною опытнаго матеріала, слѣдующую статью (3-ью) я намѣреваюсь посвятить выясненію во-

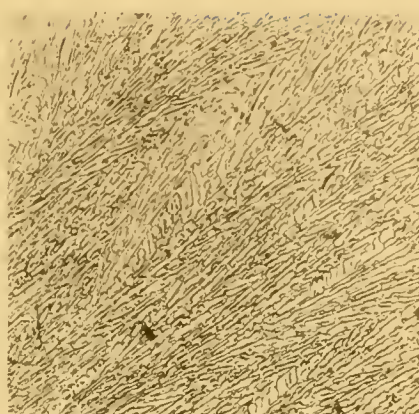
¹ Б. И. Меншуткинъ даетъ $32,5^{\circ}$. Изв. С.-ПБ. Политехн. Инст. 41, 273, 1909.

проса объ общихъ свойствахъ органической эвтектики, условіяхъ ея кристаллизаціи и тѣмъ особенностямъ, которыя неизбѣжно должны имѣть для нея мѣсто, въ силу физическихъ свойствъ ея компонентовъ, рѣзко отличающихся отъ металловъ.

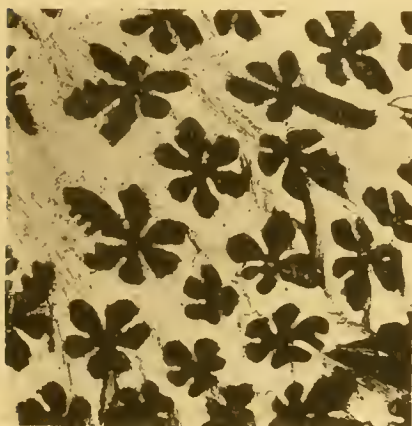
Петроградъ. Политехническій
Институтъ Императора Петра Великаго.
Лабораторія Общей Химіи.
10 мая 1915 г.



№ 1. 5% камфоры (95% м. н. а.) Ув. 60



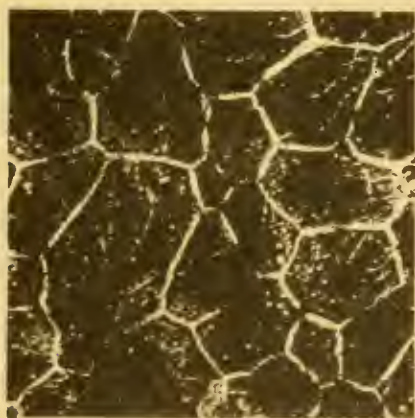
№ 2. 30% м-нитранилина Ув. 450



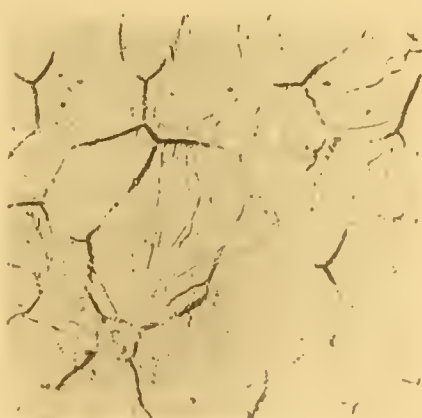
№ 3. 20% м-нитранилина Ув. 75.
ев. поляризованный.



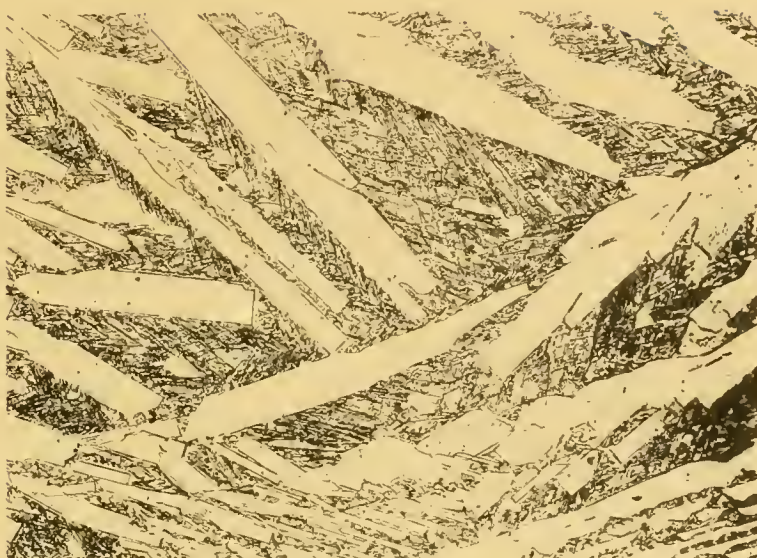
№ 4. 20% м-нитранилина Ув. 75



№ 5. 6% м-динитробензола Ув. 80.
ев. поляризованный.



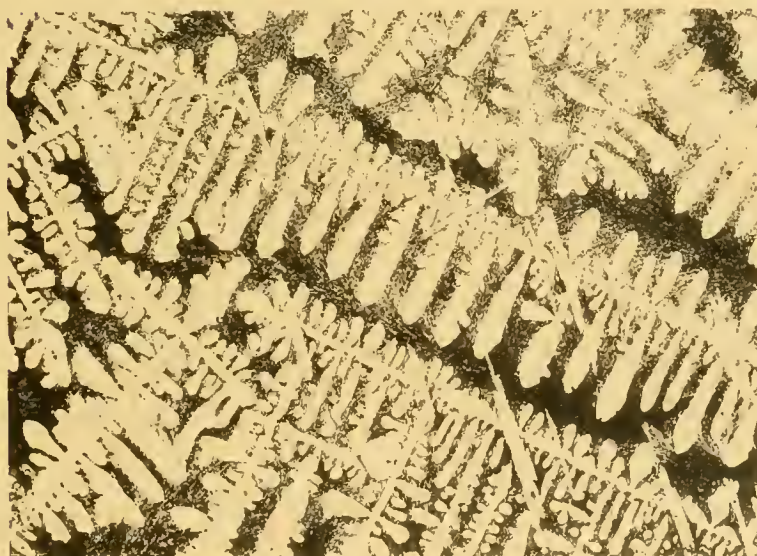
№ 6. 5% м-динитробензола Ув. 80
св. прот.



№ 1

60 " мета -нитрилина

Ув. 90



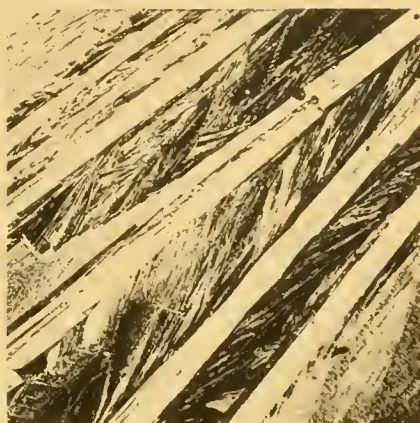
№ 2

20 " мета-динитробензола

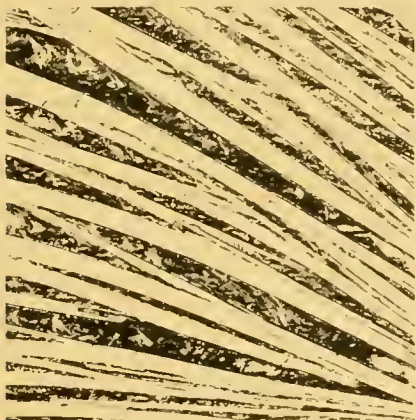
Ув. 90



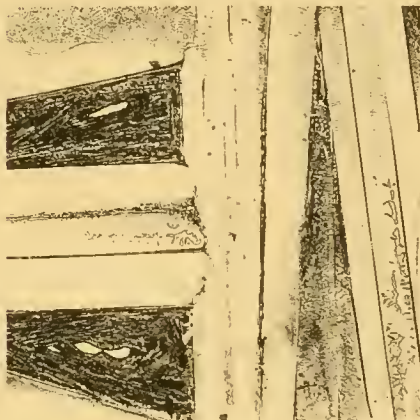
№ 1. 40% м-динитробензола Ув. 30.



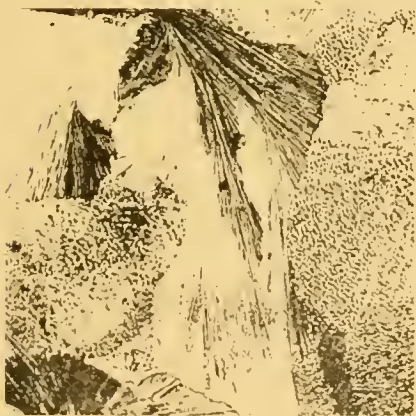
№ 2. 50% м-динитробензола Ув. 60.



№ 3. 70% м-динитробензола Ув. 70.



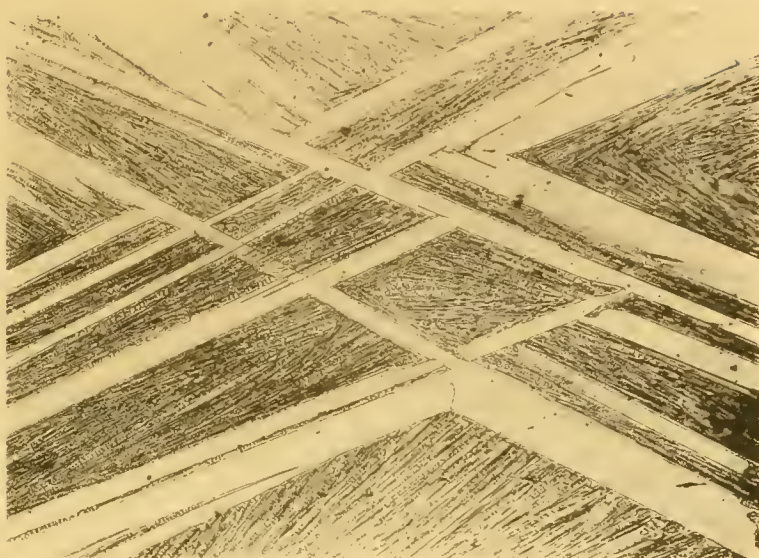
№ 4. 70% Коричной кислоты Ув. 90



№ 5. 35% Коричной кислоты Ув. 90



№ 6. 20% Коричной кислоты Ув. 60



№ 1

60 % Коричной кислоты

Ув. 90



№ 2

5 % Коричной кислоты

Ув. 80

Делесситъ окрестностей Кварцханскаго мѣд- наго мѣсторожденія Батумской области.

Н. И. Безбородько.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 18 ноября 1915 г.).

Во время экскурсіи со студентами Новочеркасскаго Политехническаго Института въ Кварцханы Батумской области лѣтомъ 1912 года я заинтересовался отмѣченнымъ мною въ изверженныхъ породахъ изслѣдуемаго района¹ минераломъ изъ группы *лептохлоритовъ* — *делесситомъ*. Этотъ минералъ встрѣчался въ первичныхъ порахъ и миндалинахъ темно-зеленой мелкокристаллической породы, развитой въ западной сторонѣ прилегающей къ руднику мѣстности. Въ виду неполноты свѣдѣній въ литературѣ о кавказскомъ делесситѣ позволю себѣ изложить здѣсь результаты изученія своей находки съ параллельнымъ описаніемъ петрографическихъ условій, въ которыхъ встрѣчается делесситъ.

Упомянутая изверженная темнозеленая порода отличается своимъ плотнымъ строеніемъ; въ ней невооруженнымъ глазомъ можно лишь отмѣтить едва замѣтныя полоски *плагіоклазовъ* около 1 мм. длины. Порода несетъ въ себѣ много первичныхъ округлыхъ или же эллипсоидальныхъ пустотъ, въ заполненіи которыхъ важную роль играетъ делесситъ. Величина пустотъ варіируетъ, достигая иногда 2 см.

Подъ микроскопомъ изслѣдуемая порода представляется трахитонднаго сложения съ двумя генерациями полевого шпата. Длина оси болѣе крупныхъ порфировыхъ кристалловъ плагіоклаза лежитъ въ предѣлахъ 0,5 — 1,0 мм. Мелкіе кристаллы плагіоклаза, образующіе свѣтлую часть основной массы породы, имѣютъ обычный размѣръ около 0,2 мм. Вслѣдствіе одинаковаго

¹ Н. С. Успенскій, Кедабекскій типъ мѣдныхъ мѣсторожденій на Кавказѣ. Изв. О-ва Гор. Инж. СПб. 1910. Также К. Скрѣпинскій, Къ геологій Кварцхан. мѣдн. мѣстор. Батум. Об. Изв. Нов. Алекс. Пол. Инст. 1914. Т. III, вып. 2.

направленія осей плагіоклазовъ обычныхъ генерацій, порода пріобрѣтаетъ характерную флюидальную структуру. Темную часть основной массы породы составляетъ авгитъ аналогичнаго съ плагіоклазами столбчатого строенія.

Основная масса породы перекрещивается во всѣхъ направленіяхъ игольчатыми, иногда скелетообразными, кристаллами, вѣроятно *титанистаго жезельника*, образующими въ шлифахъ благодаря закономерному расположенію своихъ осей густую темную рѣшетку. Тамъ же въ большомъ количествѣ встрѣчаются кристаллы *магнетита*. Взятыя образцы породы отличаются своею свѣжестью; *кальцитъ* попадается изрѣдка; мѣстами замѣчается лишь незначительная хлоритизація *авгита*.

Вся основная масса кристаллическая; некристаллизованныхъ стекловатыхъ участковъ ишгдѣ въ шлифахъ встрѣчено не было. Кварцъ всюду отсутствовалъ.

Порфиновые кристаллы полевого шпата, то въ видѣ простыхъ двойниковъ, то какъ отдѣльные индивидуумы, иногда слабо каолинизированы; содержатъ включенія желѣзной руды. Въ разрѣзахъ $\perp \alpha$ и $\perp \gamma$ наблюдаются слѣдующіе углы погасанія:

$\perp \alpha - 73^\circ$.	$\perp \gamma - 13^\circ$
74°		17°
77°		18°

Согласно этому составъ порфировыхъ плагіоклазовъ отвѣчаетъ *андезину* съ уклоненіемъ въ сторону лабрадора и олигоклаза-андезина.

Мелкіе плагіоклазы основной массы въ разрѣзахъ по тѣмъ же направленіямъ даютъ слѣдующіе углы погасанія:

$\perp \alpha - 77^\circ$	$\perp \gamma - 5^\circ$
78°	11°
79°	18°

Въ соотвѣтствіи съ этими данными мелкіе плагіоклазы относятся къ *олигоклазамъ-андезинамъ* съ уклоненіемъ состава какъ въ сторону олигоклаза, такъ и въ сторону андезина.

Столбчато-лучистые желтого-зеленые кристаллы *авгита* обладаютъ иногда кристаллографическими очертаніями на обоихъ своихъ концахъ. Обычная величина ихъ лежитъ въ предѣлахъ 0,5 мм. Порфиновые кристаллы авгита встрѣчаются лишь въ рѣдкихъ случаяхъ. Августъ узнается въ шлифѣ по большому углу погасанія, достигающему $45-50^\circ$. Плеохроизмъ замѣтенъ весьма слабо и то лишь на большихъ кристаллахъ. Двой-

ники не наблюдались. Изрѣдка замѣтна слабая наклонность къ образованію характерной структуры песчаныхъ часовъ.

Титанистый желѣзнякъ и магнетитъ встрѣчаются въ обычномъ вышеупомянутомъ видѣ.

Для болѣе подробнаго сужденія о данной породѣ было произведено студентомъ мѣстнаго Института П. А. Можаявымъ¹ по моему просиби и подѣ моимъ наблюденіемъ опредѣленіе содержащейся въ породѣ кремнекислоты. Результаты анализа слѣдующіе:

$$\text{SiO}_2 = 54,34\%$$

На основаніи такого относительно большого количества кремнекислоты въ породѣ, а также на основаніи ея структуры и другихъ вышеприведенныхъ микроскопическихъ данныхъ, разсматриваемую породу можно отнести къ авгитовымъ андезитами и признать въ ней эффузивную фацію развитой въ окрестностяхъ Кварцханы діоритово-андезитовой магмы².

Шлифы описываемой породы прорѣзываются прожилками незначительной длины, выклиниваніе которыхъ наблюдается тутъ же подѣ микроскопомъ; ширина же ихъ достигаетъ 0,2 мм. Прожилки эти интересны въ томъ отношеніи, что обычно среди своей выполняющей массы содержатъ кристаллы первичнаго хлорита, по внѣшнему виду аналогичнаго нижеописываемому делесситу. Главная выполняющая масса прожилковъ состоитъ изъ *полевого шпата*, въ которомъ можно различать два рода, отличающихся другъ отъ друга какъ структурными особенностями, такъ и составомъ и моментомъ ихъ кристаллизаціи. Одни изъ нихъ выступаютъ въ видѣ тонкихъ кристалловъ, вполнѣ аналогичныхъ кристалламъ общей массы породы, другіе же — съ широкими, расплывчатыми гранями безъ рѣзко выраженныхъ контуровъ, въ видѣ агрегатнаго, натечнаго состоянія. Тѣ и другіе обычно образуютъ двойники. Отношеніе обоихъ родовъ полевыхъ шпатовъ другъ къ другу указываетъ на болѣе раннее возникновеніе тонкихъ ідіоморфныхъ кристалловъ среди агрегатной полевошпатовой массы. Одновременно можно наблюдать, что ідіоморфные пгольчатые кристаллы имѣютъ тѣсную связь съ окружающей породой. Они то входятъ въ окружающую породу, вѣдряясь въ нее своими концами, то выходятъ изъ нея. Очевидно, что для нихъ былъ тотъ же магматическій порядокъ образованія, что и для аналогичныхъ кристалловъ общей массы породы. Такое же отношеніе къ про-

¹ За что я приношу здѣсь П. А. Можаяву мою благодарность.

² Ср. работу Успенскаго: Кедабекскій типъ и т. д.

жилкамъ можно наблюдать также со стороны порфировыхъ кристалловъ той же общей массы породы. Последніе то нацѣло пересѣкаютъ описываемые прожилки, то наполовину врастаютъ своими концами внутрь прожилка.



Рис. 1. Увелич. 50. Ник. параллельны.

На фотографіи рис. 1 изображается общая микроскопическая картина авгито-андезитовой породы, пересѣкающей описываемымъ прожилкомъ; слѣва сверху видѣруется внутрь прожилка порфировый кристаллъ полевого шпата. Въ правой расширенной части среди бѣлой полевошпатовой массы прожилка наблюдаются темныя кристаллическія пластинки делессита. Такимъ образомъ заполненіе прожилка полевымъ шпатомъ шло насчетъ магматическаго состава окружающей породы; самый же процессъ формировація прожилковъ протекалъ уже тогда, когда еще не былъ законченъ ростъ порфировыхъ кристалловъ общей массы породы.

Оптическія свойства идіоморфныхъ кристалловъ полевого шпата внутри прожилковъ одинаковы съ такими же свойствами тѣхъ же кристалловъ, vyplniaющихъ общую массу породы.

Аггрегатный полевой шпатъ прожилковъ образовался въ болѣе позднюю стадію, шедшую, повидимому, непосредственно за стадіей образованія только что описанныхъ идіоморфныхъ кристалловъ. Въ отношеніи генезиса интересна ихъ агрегатная патечная структура. Характеръ химическаго состава агрегатнаго полевого шпата остался не вполне выясненнымъ. Не лишнее указать здѣсь на его низкій показатель преломленія (ниже канадскаго бальзама).

Хлоритъ описанныхъ прожилковъ встрѣчается то въ видѣ изображенныхъ на рис. 1 кристаллическихъ пластинокъ, собирающихся въ отдѣльныя группы, то въ видѣ отдѣльныхъ мелкихъ кристалликовъ, изолированно разсѣянныхъ среди полевошпатовой массы. Тѣ и другіе приурочиваются къ агрегатному полевому шпату. Отношеніе хлорита къ агрегатному полевому шпату, съ одной стороны, и къ игольчатымъ кристалламъ съ другой — неодинаково. Хлоритъ занимаетъ обычно среднюю часть прожилковъ (ср. рис. 1) и, располагаясь среди агрегатнаго полевого шпата, раздвигаетъ его лишешныя кристаллическихъ контуровъ зерна; хлоритъ здѣсь является въ качествѣ какъ бы болѣе ранней стадіи кристаллизаціи, нежели кристаллическій агрегатъ полевошпатовыхъ зеренъ. Отношеніе же хлорита къ идиоморфнымъ игообразнымъ кристалламъ полевого шпата тѣхъ же прожилковъ иное: иглы полевого шпата вѣдряются внутрь хлорита, иногда же обростаются пластинками хлорита. Такимъ образомъ кристаллизація хлорита, возникая въ начальную стадію образованія агрегатнаго полевого шпата, въ то же время запаздывала по отношенію къ стадіи образованія игольчатыхъ полевыхъ шпатовъ тѣхъ же прожилковъ.

Описываемый первичный хлоритъ полевошпатовыхъ прожилковъ по своему вѣнному виду и оптическимъ свойствамъ отвѣчаетъ макроскопически наблюдаемому делесситу, микроскопическій и химическій анализъ котораго приводятся ниже.

Полевошпатово-делесситовыя прожилки въ генетическомъ отношеніи тѣсно связаны съ макроскопическими эллипсоидальными жеодами делессита, упомянутыми въ началѣ работы. Переходной стадіей между тѣми и другими являются въ свою очередь видимыя лишь въ шлифахъ микроскопическія жеоды того же минералогическаго состава. Фотографія рис. 2 изображаетъ такую жеоду.

Периферическая часть содержаемаго жеодъ занята агрегатнымъ полевымъ шпатовъ, внутреннее же ядро состоитъ изъ хлорита — *делессита*. Соотношеніе между полевымъ шпатовъ и делесситомъ то же, что наблюдалось въ прожилкахъ. На фотографіи можно также наблюдать вѣдреніе кристаллическаго плагіоклаза внутрь хлорита. Все это указываетъ на прежнее тѣсное сростаніе обоихъ минераловъ. Отличіе минералогическаго характера данной жеоды отъ раньше описанныхъ прожилковъ заключается съ одной стороны, въ почти исключительномъ преобладаніи агрегатнаго полевого шпата надъ игольчатыми кристаллами, съ другой — въ отсутствіи прежняго тѣснаго проростанія окружающей породы и жеоды одними и тѣми же порфировыми и игольчатыми кристаллами полевого шпата. Хотя граница между

минералогическимъ составомъ жеодъ и прилегающей породой выражена все еще недостаточно рѣзко (ср. рис. 2, порфировый плагіоклазъ слѣва почти выдѣряется однимъ своимъ краемъ внутрь жеоды), однако пневматолитическій моментъ образованія этихъ жеодъ запаздывалъ по сравненію съ моментомъ образованія прожилковъ.

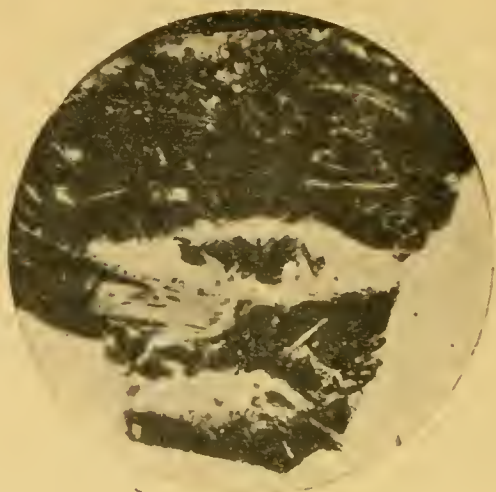


Рис. 2. Увелич. 75. Ник. параллельны.

Переходимъ къ описанію большихъ макроскопическихъ жеодъ и ихъ отношенія къ окружающей породѣ. Прежде всего надо отмѣтить существованіе большого сходства между ними и только что описанными жеодами. Минералогическій составъ большихъ делесситовыхъ жеодъ остается прежнимъ; подъ микроскопомъ изученныя делесситовыя жеоды помимо делессита содержатъ также полевоі шпатъ. Въ жеодахъ съ преобладающимъ количествомъ делессита этотъ полевоі шпатъ играетъ подчиненную роль, зажатъ внутри делесситовыхъ пластинокъ то въ видѣ недифференцированной на отдѣльные кристаллы полевошпатовой массы, то въ видѣ мелкихъ игловатыхъ кристалловъ; та и другая разновидности полевого шпата отвѣчаютъ агрегатному полевоу шпату предыдущихъ случаевъ. Граница между содержимымъ жеодъ и матеріаломъ окружающей породы отмѣчается здѣсь вполне рѣзко.

Оптическія свойства делессита подъ микроскопомъ слѣдующія. Плеохроизмъ его очень отчетливый:

$$\gamma = \beta > \alpha$$

травяно-зеленый блѣдно-желтый

Направление угасания уклоняется отъ прямого на 7° . Направление наименьшей упругости совпадаетъ съ направлениемъ спайности минерала. Двойное лучепреломленіе невелико и лежитъ вблизи 0,012. Уголъ оптическихъ осей незначительный. Направление острой биссектриссы располагается приблизительно перпендикулярно къ плоскости спайности минерала; съ направлениемъ острой биссектриссы совпадаетъ направление наибольшей оптической упругости минерала.

Химическій анализъ былъ произведенъ мною въ Лабораторіи Кабинета Прикладной Геологіи П. И. надъ отобраннымъ отъ примѣсей веществомъ делессита изъ одной большой делесситовой жеоды. Основнымъ руководствомъ при выполненіи анализа служилъ Гиллебрандъ¹. Полуторные окислы опредѣлялись при введеніи въ ходъ анализа уксусонатровой соли. По полученіи же общей суммы полуторныхъ окисловъ желѣзо титровалось, и Al_2O_3 опредѣлялся изъ разности. Двойное осажденіе предшествовало опредѣленію CaO и MgO . FeO опредѣлялось въ отдѣльной порціи по методу Митчерлиха². Малая величина павѣсокъ вызвана недостаткомъ матеріала.

Навѣска для полного анализа = 0,4214.

Навѣска для опредѣленія FeO = 0,0762.

SiO_2	27,86
Al_2O_3	10,78
Fe_2O_3	15,27
FeO	18,87
CaO	0,85
MgO	15,91
H_2O при 100°	0,84
H_2O при прокаливаніи	9,26 ³
	<hr/>
	99,64

Анализъ близко подходитъ къ анализамъ делессита, приведеннымъ въ трудѣ Гинтце⁴. Единственное замѣтное отличіе нашего делессита заключается въ повышенномъ содержаніи окисловъ желѣза и одновременно пониженіи содержанія магнія.

¹ Hillebrand, Analyse der Silikat- und Karbonatgesteine, Leipzig, 1910.

² Hillebrand, о. с., стр. 167.

³ Поправка въ указанное число (9,26), въ связи съ содержащемъ въ пробѣ FeO , не введена.

⁴ Hintze: Handbuch der Mineralogie, т. II, стр. 751.

Окончательная характеристика генезиса нашего первичного хлорита, поскольку она выясняется на основаніи вышеприведеннаго изслѣдованія, слѣдующая. Описанная кристалличность хлорита, нахожденіе его среди свѣжихъ кристалловъ полевого шпата и, наконецъ, соотношеніе между ними и полевымъ шпатомъ исключаетъ предположеніе иного не-первичнаго его происхожденія¹. Принимая же во вниманіе связь делесента съ агрегатнымъ полевымъ шпатомъ вышеуказанной паточной структуры, можно считать, что какъ тотъ, такъ и другой возникли въ позднѣйшую пневматолитическую стадію кристаллизаціи магмы, когда послѣдняя была обогащена магматическими водами.

Новочеркасскъ, Алексѣевскій
Донской Политехническій Институтъ.

¹ Ср. В. И. Вернадскій. Минералогія. 1912. Вып. II, стр. 489.

Новыя изданія Императорской Академіи Наукъ.

(Выпущены въ свѣтъ 15—31 декабря 1915 года).

95) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія. (Bulletin VI Série). 1915. № 18, 15 декабря. Стр. I+I+XIII—XVII+1877—1972. 1915. lex. 8°. — 1615 экз.

96) Записки И. А. Н. по Физико-Математическому Отдѣленію. (Mémoires VIII Série. Classe Physico-Mathématique). Томъ XXVI, № 5. Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи 1900—1903 гг., подъ начальствомъ барона Э. В. Толля. Отдѣлъ В: Географія физическая и математическая. Вып. 5. (Résultats scientifiques de l'Expédition Polaire Russe en 1900—1903, sous la direction du baron E. Toll. Section B: Géographie physique et mathématique. Livr. 5). А. М. Бухтѣевъ. Приливы у сибирскаго побережья Сѣвернаго Ледовитаго Океана по наблюденіямъ Русской Полярной Экспедиціи въ 1900—1903 гг. II. Приливы у острововъ Анжу или Ново-Сибирскихъ, въ лагунѣ Нерпалахъ на западномъ берегу о-ва Котельнаго. Съ 1 чертежемъ въ текстѣ, 2 картами и 3 діаграммами (II+16 стр.). 1915. 4°. — 800 экз. Цѣна 60 коп.; 60 сор.

97) Записки И. А. Н. по Физико-Математическому Отдѣленію. (Mémoires VIII Série. Classe Physico-Mathématique). Томъ XXVI, № 6. Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи 1900—1903 гг., подъ начальствомъ барона Э. В. Толля. Отдѣлъ В: Географія физическая и математическая. Вып. 6. (Résultats scientifiques de l'Expédition Polaire Russe en 1900—1903, sous la direction du baron E. Toll. Section B: Géographie physique et mathématique. Livr. 6). А. Бялыницкій-Бируля. Aurora borealis. II. Журналъ наблюденій надъ полярными сіяніями во время второй зимовки Русской Полярной Экспедиціи въ 1901—1902 гг. въ губѣ Нерпичей у западнаго берега о-ва Котельнаго (Ново-Сибирскіе о-ва). Съ 1 картой (II+92 стр.). 1915. 4°. — 800 экз. Цѣна 1 руб.; 1 rbl.

98) Труды Ботаническаго Музея Императорской Академіи Наукъ. (Travaux du Musée Botanique de l'Académie Impériale des Sciences de Petrograd). Выпускъ XIV. Съ 6 таблицами и 7 рисунками въ текстѣ (I + 179 стр.). 1915. 8°. — 500 экз. Цѣна 2 руб. 50 коп.; 2 rbl. 50 cop.

99) Bibliotheca Armeno-Georgica. V. Рукописные отрывки армянской версіи Ветхаго Заѣта лапидарнымъ письмомъ съ палеографической таблицей. Издалъ епископъ Месропъ (V + IV + 32 стр.). 1915. 8°. — 350 экз.

Цѣна 1 руб.; 1 rbl.

100) Труды В. Г. Васильевского. Томъ третій (Об + CCLXXXVIII + 122 стр.). 1915. 8°. — 615 экз. Цѣна 2 руб. 50 коп.; 2 rbl. 50 cop.

101) Отчетъ о дѣятельности Императорской Академіи Наукъ по Физико-Математическому и Историко-Филологическому Отдѣленіямъ за 1915 годъ, составленный Непремѣннымъ Секретаремъ академикомъ С. Θ. Ольденбургомъ и читанный въ публичномъ засѣданіи 29 декабря 1915 года (362 + I + 28 стр. Съ однимъ портретомъ). 1915. 8°. — 815 + 25 вел. экз.

Въ продажу не поступаетъ.

102) Отчетъ о дѣятельности Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ за 1915 годъ. Составилъ академикъ В. Н. Перетцъ (II + 88 стр. Съ однимъ портретомъ). 1915. 8°. — 815 + 25 вел.

Въ продажу не поступаетъ.

Оглавление. — Sommaire.

Статьи:	СТР.	Mémoires:	PAG.
Б. А. Тураевъ. Египтологическія замѣтки. VIII—XI.	1	*B. A. Turaev. Notes égyptologiques. VIII—XI	1
Н. Н. Ефремовъ. О строеніи органической эвтектики. Часть II. (Съ 4 таблицами).	21	*N. N. Elremov. La structure de l'eutectique des substances organiques. II partie. (Avec 4 planches)	21
Н. И. Безбородько. Делесситъ окрестностей Кварцханскаго мѣднаго мѣсторожденія Батумской области. . . .	47	*N. I. Bezborodiko (Besborodko). Délessite de Kvarzhany, district de Batum.	47
Новыя изданія	55	*Publications nouvelles.	55

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
 Январь 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбург.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

NOV 29 1922

1916.

4505

№ 2.

ИЗВѢСТІЯ
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

1 ФЕВРАЛЯ.

BULLETIN
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

1 FÉVRIER.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI série) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое іюня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректуре статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петербургъ лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ приписывается на себя академикъ, представившій статью. Въ Петербургѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задержатъ выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти оттисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать оттиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ оттисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ оттисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учреждениямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Соборіемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у комиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

ИЗВЛЕЧЕНІЯ

ИЗЪ ПРОТОКОЛОВЪ ЗАСѢДАНІЙ АКАДЕМІИ.

ОБЩЕЕ СОБРАНІЕ.

ХІ засѣданіе, 28 ноября 1915 года.

Исполняющій должность Управляющаго дворомъ въ Бозѣ почившаго Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Константина Константиновича письмомъ отъ 27 ноября за № 1472 сообщилъ Вице-Президенту Академіи:

«По поводу передачи въ Императорскую Академію Наукъ согласно завѣщанія Великаго Князя Константина Константиновича всѣхъ дневниковъ Его Высочества имѣю честь сообщить Вашему Превосходительству, что предпоследняя книжка дневника, писанная во время пребыванія Великаго Князя въ Германіи лѣтомъ 1914 года, осталась вмѣстѣ съ остальнымъ багажемъ на станціи Гумбиненъ при возвращеніи Его Высочества въ Россію уже послѣ объявленія войны намъ Германіею. Весь багажъ этотъ нужно считать утеряннымъ. По возвращеніи въ Павловскъ Великій Князь началъ новую книгу дневника, которая и препровождена въ Академію какъ 66 книга».

Положено сообщить объ изложенномъ Министру Иностранныхъ Дѣлъ на случай возможнаго разысканія дневника послѣ окончанія военныхъ дѣйствій.

Ярославская Губернская Земская Управа отношеніемъ отъ 4 ноября за № 8613 сообщила:

«Губернское земское собраніе послѣдней очередной сессіи въ заведеніи 3 февраля 1913 года постановило ходатайствовать передъ Академіей Наукъ о скорѣйшей разработкѣ основаній реформы по упрощенію русскаго правописанія. Исполняя это постановленіе, губернская управа позволяетъ указать на крайнюю практическую важность упомянутой реформы въ видахъ успѣшнаго развитія школьнаго дѣла».

Положено передать въ Комиссію по вопросу о Русскомъ правописаніи.

Георгіи Карловичъ Гегеръ-Нелюбинъ принесъ въ даръ Академіи свой трудъ: «Свѣтлой памяти К. Р.». Петроградъ 1913, экземпляръ № 39/А.

Положено благодарить жертвователя, а книгу передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Владимиръ Владимировичъ Ламанскій обратился къ Вице-Президенту Академіи съ письмомъ отъ 26 ноября:

«Послѣдніе годы жизни и ученой дѣятельности нашего покойнаго отца, академика В. И. Ламанскаго, тѣсно связаны съ Императорской Академіей Наукъ.

«Въ виду этого у насъ, дѣтей покойнаго, возникла мысль украсить стѣны Академіи его портретомъ.

«Приносъ въ даръ Императорской Академіи Наукъ стѣнное изображеніе покойнаго, неполненное по нашему заказу художницей Е. Б. Барсуковой, мы желали бы, чтобы это изображеніе было присоединено къ галлерей портретовъ покойныхъ академиковъ».

Непремѣнный Секретарь напомнилъ, что въ большомъ Конференцъ залѣ Академіи находится Лазаретъ, и что въ виду этого торжественное годовое засѣданіе Академіи 29 декабря тамъ устроено быть не можетъ, и просилъ указаній ОС., въ какомъ изданіи Академіи должна быть напечатана рѣчь академика В. И. Палладина, предназначенная къ произнесенію въ означенномъ Собраніи.

Положено засѣданіе 29 декабря устроить въ маломъ Конференцъ-залѣ, а предполагаемую къ произнесенію рѣчь академика В. И. Палладина не читать, а лишь напечатать при отчетѣ за 1913 годъ.

Въ виду истеченія срока полномочій члена Постоянной Комиссіи для пособія нуждающимся ученымъ, литераторамъ и публицистамъ академика Н. А. Котляревскаго и кандидата въ члены той же Комиссіи академика А. С. Лаппо-Даншевскаго были произведены выборы члена-академика отъ Общаго Собранія въ означенную Комиссію и кандидата въ члены, при чемъ членомъ Комиссіи оказался

избраннымъ академикъ П. А. Котляревскій и кандидатомъ въ члены Комисіи — академикъ М. М. Ковалевскій.

Положено сообщить объ этомъ въ Постоянную Комиссію для пособія нуждающимся ученымъ, литераторамъ и публицистамъ и въ Правленіе Академіи.

Приложеніе къ протоколу XI заведенія Общаго Собранія Императорской Академіи
Наукъ 28 ноября 1913 года.

Господишу Непремѣнному Секретарю Императорской Академіи Наукъ.

Чинovníкъ особыхъ порученій В. А. Рышкова

РАПОРТЪ.

Имѣю честь представить Вашему Превосходительству полученные мною сего числа предметы изъ конторы въ Божѣ почившаго Великаго князя Константина Константиновича, переданные въ Императорскую Академію Наукъ на основаніи завѣщанія Его Императорскаго Высочества, согласно описи, на которой мною учтена расписка въ полученіи:

- 1) Собраніе автографовъ русскихъ писателей.
- 2) Альбомъ Бартенева.
- 3) » » » » » писемъ по поводу «Гамлета».
- 4) » » » » » стихотвореній К. Р.
- 5) Рукописи стихотвореній и литературныхъ и критическихъ трудовъ, 6 пакетовъ.
- 6) 3 пакетовъ съ бумагами.
- 7) Ящикъ съ 66 книгами дневника.
- 8) Перетень А. С. Пушкина.
- 9) Перо А. А. Фета.
- 10) Двѣ картины работы Я. Н. Полонскаго.

Чинovníкъ особыхъ порученій Вл. Рышковъ.

24 ноября 1913 г. № 43.

На поляхъ рукописная приписка: «Сдать перо и перетень на храненіе казначею въ кассѣ. Непремѣнный Секретарь Сергѣй Ольденбургъ». 24/XI 1913.

«Перетень и перо для храненія въ кассѣ принялъ 24/XI 1913. Рышковъ».

Содержаніе портфеля съ собраніемъ автографовъ.

На внутренней сторонѣ крышки портфеля имѣется написанное собственноручно Великимъ Княземъ Константиномъ Константиновичемъ «содержаніе» портфеля, не вполне точно указывающее содержимое конвертовъ, а именно:

1) Автографъ Императрицы Екатерины II — 11, съ 8 листами копій (конв. № 1).

2) Въ конвертъ № 5 не автографъ Пушкина, а старинный спиеокъ, съ замѣткой О. А. Павликовой.

3) Въ конвертъ № 7—12 автографовъ Пушкина.

4) Въ конвертъ № 8—не автографъ Имп. Николая I, а старинный спиеокъ.

5) Въ конвертъ № 11 автографы: князя А. А. Вяземскаго, князя А. С. Меншикова, 2 князя Вяземскаго, Т. П. Грановскаго, П. В. Кукольника, М. П. Загоскина, Жуковскаго, М. П. Погодина, В. П. Боткина, графа М. М. Сперанскаго, Lavalette, Mazzini, Lesseps, Napoléon, адм. Рикорда (2); Antonelli (2), Beust (2), С. П. Свѣчиной, П. П. Лажечникова, Раглу (спиеокъ).

Остальное въ записи отвѣчаетъ точно еодержимому портфеля.

Сергѣй Ольденбургъ. Вл. Рышковъ. Б. Модзалевскій.

«Ключъ отъ портфеля для храненія въ кассѣ принялъ Рышковъ».

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОТДѢЛЕНІЕ.

XV ЗАСѢДАНІЕ, 18 НОЯБРЯ 1915 ГОДА.

Непрежанный Секретарь доложилъ, что 16 октябрю нов. ст. въ Бюрцбургѣ скончался на 54 году жизни членъ-корреспондентъ Академіи по разряду біологическихъ наукъ (съ 29 декабря 1906 г.) Теодоръ Бовери (Theodor Boveri).

Некрологъ покойнаго будетъ прочитанъ въ слѣдующемъ засѣданіи академикомъ В. В. Заленскимъ.

Память покойнаго почтена пеставаніемъ.

Деканъ Медицинскаго факультета Императорскаго Казанскаго Университета при отношеніи отъ 7 ноябрю за № 692 препроводилъ въ Академію Наукъ три объявленія о конкурсахъ на катедру систематическаго и клиническаго ученія о нервныхъ и душевныхъ болѣзняхъ (по отдѣлу психіатріи) въ Императорскомъ Казанскомъ Университетѣ.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Швейцарское Общество Естественныхъ Наукъ (La Société Helvétique des Sciences Naturelles) прислало слѣдующее обращеніе на имя Президента Академіи:

«Monsieur et très honoré Confrère,

«La Société Helvétique des Sciences Naturelles vient de commémorer, au cours de la réunion annuelle de ses membres tenue les 12, 13, 14 et 15 septembre 1915 à Genève, le centième anniversaire de sa fondation en octobre 1815 dans cette ville.

«Les circonstances actuelles l'ont obligée à donner à cette solennité un caractère de stricte intimité et l'ont par conséquent empêchée, à son grand regret, d'y convier des délégations des Corps Savants de l'Association Internationale des Académies, avec lesquels elle entretient des relations régulières.

«En portant ces faits à la connaissance de votre illustre Compagnie, le Comité Central de la Société Helvétique des Sciences Naturelles la prie de bien vouloir accepter l'hommage du volume spécial de «Notices Historiques et Documents» édité à cette occasion.

«Veuillez agréer, Monsieur et très honoré Confrère, l'assurance de notre considération la plus distinguée.

«Genève, le 31 Octobre 1915.

Pour le Comité Central:

«Le Président: Ed. Sarasin.

Le Secrétaire: Ph. A. Guye».

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что книга принята въ Библіотеку Академіи подъ расписку директора II Отдѣленія.

Положено благодарить Общество.

Академикъ О. А. Баклундъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Е. Романской (S. Romanskaja) «Ephéméride approchée pour chercher la comète d'Encke pendant son mouvement dans la partie supérieure de son orbite». (Приближенная эфемерида для отысканія кометы Энке во время ея движенія въ верхней части ея орбиты).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью члена-корреспондента Академіи О. Д. Хвольсона (O. D. Chwolson) «Sur les poids atomiques» (Объ атомныхъ вѣсахъ).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. М. Ляпуновъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Sur les séries des polynomes» (О рядахъ полиномовъ).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью П. П. Безбородько «Делеситъ окрестностей Кварцхаискаго мѣднаго мѣсторожденія Батумской обл.» (N. Bezborodiko. Dèlessite de Kvarzhany, distr. de Batum).

Къ статьѣ приложены 2 рисунка.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. П. Андрусовъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Геологическаго Музея» свою статью «Гигантскія колоніи корненожекъ (*Nubecularia*) въ ердеесарматскихъ пластахъ Южной Россіи» [N. I. Andrusov. Sur les colonies gigantesques des foraminifères (*Nubecularia*) dans le sarmatique moyen de la Russie Méridionale].

Къ статьѣ приложены 3 рисунка и 8 таблицъ.

Положено напечатать въ «Трудахъ Геологическаго Музея».

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что въ отвѣтъ на обращеніе къ лицамъ и учрежденіямъ, приглашаемымъ къ участию въ Комиссіи по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи, вновь получены увѣдомленія о назначеніи:

26) отъ Императорскаго Минералогическаго Общества — горнаго инженера Н. Н. Степанова;

27) отъ Императорскаго Ботаническаго Сада Петра Великаго: 1) главнаго ботаника Сада кс. Бориса Алексѣевича Федченко, 2) старшаго консерватора Сада сс. Владимира Леонтьевича Комарова и 3) старшаго консерватора Сада кс. Владимира Николаевича Любименко.

Положено полученные заявленія передать въ Комиссію по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что въ отвѣтъ на обращеніе къ учреждениямъ, приглашаемымъ къ участию въ работахъ Съезда ботаническихъ учреждений въ Россіи, получены увѣдомленія о назначеніи:

2) отъ Воронежскаго Сельскохозяйственнаго Института — профессора Бориса Александровича Келлера;

3) отъ Императорскаго Ботаническаго Сада Петра Великаго — главнаго ботаника, магистра ботаники кс. Бориса Александровича Федченко и старшихъ консерваторовъ: доктора ботаники сс. Владимира Леонтьевича Комарова и магистра ботаники кс. Владимира Николаевича Любименко;

4) отъ Бюро по микологіи и фитопатологіи — младшаго спеціалиста Николая Александровича Паумова;

5) отъ Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ — дѣйствительнаго члена, приватъ-доцента Н. Н. Попова;

6) отъ Сухумской садовой и сельскохозяйственной опытной станицы — заведующаго В. П. Марковича;

7) отъ Института Сельскаго Хозяйства и Лѣсоводства въ Новой Александріи — профессора Николая Васильевича Цингера;

8) отъ Московскаго Сельскохозяйственнаго Института — профессора С. Н. Ростовцева;

9) Рижское Общество Естествоиспытателей увѣдомило, что вслѣдствіе военнаго положенія оно лишено возможности избрать представителя или вообще участвовать въ предстоящемъ Съездѣ;

10) Императорскій Юрьевскій Университетъ увѣдомилъ, что не можетъ командировать никого, такъ какъ каюдра ботаники въ немъ вакантна.

Положено сообщить академику Н. Н. Бородину.

Директоръ Зоологическаго Музея читалъ:

«Мнѣю честь просить ходатайствовать передъ Постоянною Комиссіей для выдачи пособій нуждающимся литераторамъ, ученымъ и публицистамъ о назначеніи поименно»

зпенной пенсіи вдовѣ скончавшагося корреспондента Зоологическаго Музея К. А. Сатунина, извѣстнаго маммаліолога, много потрудившагося по изученію отечественной фауны млекопитающихъ, преимущественно Кавказа».

Память покойнаго К. А. Сатунина почтена вставаніемъ.

Положено возбудить соотвѣтствующее ходатайство передъ Постоянной Комиссіей и выразить соболѣзнованіе Кавказскому Музею по случаю смерти К. А. Сатунина.

Академикъ В. И. Вернадскій сообщилъ о занятіяхъ Комиссіи по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи.

Вмѣстѣ съ тѣмъ согласно постановленію редакціонной комиссіи «Матеріаловъ къ познанію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» академикъ В. И. Вернадскій просилъ ходатайствовать о такомъ порядкѣ продажи «Матеріаловъ», чтобы доходъ отъ очерковъ поступалъ на изданіе самихъ очерковъ.

Положено сообщить въ Правленіе для возбужденія соотвѣтствующаго ходатайства.

Академикъ В. А. Стекловъ читалъ докладъ Комиссіи, избранной Физико-Математическимъ Отдѣленіемъ Императорской Академіи Наукъ, по вопросамъ, касающимся преподаванія математики въ средней школѣ.

Положено напечатать докладъ въ приложеніи къ настоящему протоколу и имѣть сужденіе въ экстраординарномъ засѣданіи Отдѣленія 26 ноября.

Приложеніе къ протоколу XV засѣданія Физико-Математическаго Отдѣленія Императорской Академіи Наукъ 18 ноября 1915 года.

Докладъ Комиссіи по обсужденію нѣкоторыхъ вопросовъ, касающихся преподаванія математики въ средней школѣ.

Комиссія въ составѣ шести членовъ: академиковъ А. А. Маркова, А. М. Ляпунова, В. А. Стеклова и членовъ-корреспондентовъ Академіи Наукъ профессоровъ П. Я. Цингера, Д. К. Бобылева и А. П. Крылова имѣла три засѣданія: 26 октября, 9 и 16 ноября 1915 года, и послѣ всесторонняго обсужденія вопроса пришла единогласно къ заключеніямъ, которыя съ подробными соображеніями изложены въ нижеслѣдующемъ докладѣ.

1. Въ трехъ книжкахъ Журнала Министерства Народнаго Просвѣщенія (февраль, мартъ, апрѣль 1915 г.) напечатанъ проектъ члена Совѣта Министра Народнаго Просвѣщенія П. А. Некрасова и директора Урюпинскаго Реальнаго Училища П. С. Флорова о введеніи въ курсъ средней школы теоріи вѣроятностей, сводъ мнѣній нѣсколькихъ лицъ, официально запрошенныхъ по поводу этого проекта Департаментомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія (црк. за № 60964 отъ 23 декабря 1913 г.), и обработка этого матеріала съ примѣчаніями и заключеніями П. А. Некрасова.

Несостоятельность этого проекта для спеціалистовъ математиковъ очевидна, но является серьезное опасеніе, что служебное положеніе одного изъ авторовъ можетъ способствовать проведенію проекта въ жизнь школы.

Министерство по поводу проекта произвело офиціальную «анкету» среди отдѣльных лицъ, замѣченныхъ Департаментомъ Народнаго Просвѣщенія. При этомъ не были опрошены наиболѣе авторитетныя учрежденія: Академія Наукъ и Россійскіе Университеты.

Возможность осуществленія проекта нѣсколько не отрицалась, а одинъ изъ его авторовъ, въ видахъ скорѣйшаго осуществленія, указывалъ даже на возможность проведенія двухчасоваго курса, какъ предпріятія внутривѣдомственнаго, безъ санкціи законодательныхъ учрежденій (Журн. Мин. Нар. Пров., февраль, 1915, стр. 124).

Нѣкоторые изъ опрошенныхъ лицъ также признали осуществленіе проекта желательнымъ или допустимымъ въ видѣ опыта, хотя ни одинъ изъ опрошенныхъ не далъ надлежащей оцѣнки проекта по существу.

Это обстоятельство заставило академика А. А. Маркова дать краткую, но определенную оцѣнку разсматриваемаго «проекта» (Журн. Мин. Нар. Просв., май, 1913 г.).

Такая оцѣнка, а также статья проф. К. А. Поссе, касающаяся того же вопроса (Журн. Мин. Нар. Просв., сентябрь, 1913 г.), вызвали появленіе двухъ новыхъ статей П. А. Некрасова (Журн. Мин. Нар. Просв., июль и октябрь, 1913 г.), гдѣ авторъ пытается провести свое толкованіе основныхъ понятій и опредѣленій анализа, входящихъ въ настоящее время уже въ курсъ средней школы, а именно понятій о предѣлахъ и о безконечно-малыхъ величинахъ.

Взгляды П. А. Некрасова давно извѣстны математикамъ, но, пока они находили мѣсто лишь въ спеціальныхъ математическихъ журналахъ, ихъ можно было считать безвредными.

Дѣло мѣняется, когда распространителемъ ихъ является официальный органъ, который не можетъ не считаться авторитетнымъ руководителемъ въ научно-педагогическихъ вопросахъ для учителей средней школы.

Поэтому Академія Наукъ, какъ первенствующее ученое сословіе Россійской Имперіи (Уставъ, § 1), могущее входить во все касающееся просвѣщенія (§ 8) и обязанное имѣть попеченіе о распространеніи просвѣщенія вообще и о направленіи оного ко благу общему (§ 2, п. б), обязана высказать свое сужденіе объ основныхъ ошибкахъ и неправильныхъ (а потому и вредныхъ) идеяхъ, распространяемыхъ П. А. Некрасовымъ съ цѣлью проведенія ихъ въ обиходъ средней школы.

Прежде чѣмъ перейти къ вопросу о введеніи въ курсъ средней школы теоріи вѣроятностей, которое находится пока еще въ проектѣ, Комиссія остановится на толкованіи П. А. Некрасовымъ основныхъ началъ анализа, преподаваніе которыхъ уже введено въ курсъ среднихъ школъ.

2. Не входя пока въ подробности по этому предмету, Комиссія считаетъ нужнымъ отмѣтить, прежде всего, слѣдующее:

П. А. Некрасовъ стремится установить существованіе двухъ различныхъ направленій въ математической наукѣ, двухъ различныхъ научныхъ школъ, расходящихся въ пониманіи основныхъ началъ науки и борящихся между собою. Онъ противопоставляетъ одну школу, съ дурной теоріей познанія (Журн. Мин. Нар. Просв., июль, 1913 г., стр. 13), другой, во главѣ которой будто бы стояли академикъ В. Г. Имшенецкій и проф. П. В. Бугаевъ (письмо П. А. Некрасова къ Вице-Президенту Академіи Наукъ), къ которой причисляетъ и себя; въ другихъ случаяхъ «пристраиваетъ» себя къ какой-то линіи «Лапласъ-Лагранжъ-Коши-Чебышевъ-Некрасовъ-Пирсонъ», противопоставляя ее — линіи «Лапласъ-Бээнэмъ-Чебышевъ-Марковъ» (Журн. Мин. Нар. Просв., июль, 1913 г., стр. 10 и 11),

съ прибавленіемъ еще имени Я. Бернулли. П. А. Некрасовъ рѣшается утверждать на страницахъ Журнала Министерства, что дурная теорія познанія, проповѣдуемая школой, противъ которой борется онъ, «пустила довольно глубокіе корни въ Петроградскіхъ болотахъ, заволакивающихъ вредными испареніями дѣйствительныя свѣтила науки и ея преподаванія» (Журн. Мин. Нар. Просв., июль, 1913 г., стр. 15). Онъ говоритъ о какомъ-то особомъ «анализѣ бесконечно-малыхъ А. А. Маркова» (Журн. Мин. Нар. Просв., июль, 1913 г., стр. 15), о терминологіи Эйлера, которую, по видимому, реставрируетъ А. А. Марковъ, противопоставляя эту терминологию «истинной терминологіи Лагранжа» (т. XXVIII Матем. Сборн., стр. 459) и т. д.

П. А. Некрасовъ упрекаетъ А. А. Маркова и «его единомышленниковъ», что они «не дѣлаютъ различія между двумя понятіями о бесконечно малыхъ величинахъ» (ibid., стр. 15), вразумляетъ приверженцевъ «дурной школы» «все сводящей къ пустотѣ пустотъ и къ иллюзионизму» (ibid.), что существуетъ не одинъ, а «два первообразныхъ рода бесконечно-малыхъ, ибо существуютъ два типа пзмѣненій: сплошное и прерывное», и т. п.

Конечно, для лицъ, пользующихся заслуженнымъ авторитетомъ въ ученомъ мірѣ, неправильность этихъ утвержденій не нуждается въ опроверженіи.

Но полемика П. А. Некрасова преслѣдуетъ инныя, болѣе широкія, практическія цѣли, выходитъ изъ области замкнутаго круга возможныхъ споровъ ученыхъ спеціалистовъ, рассчитана на болѣе широкій кругъ вообще образованныхъ людей, работающихъ и могущихъ оказывать вліяніе на постановку дѣла преподаванія и просвѣщенія.

Поэтому Комиссія считаетъ долгомъ заявить, что никакихъ двухъ различныхъ направленій въ пониманіи основныхъ началъ математики, двухъ различныхъ школъ не существуетъ. Нѣтъ никакого особаго анализа бесконечно-малыхъ А. А. Маркова, нѣтъ никакой особой школы В. Г. Имшенецкаго и т. п. Никакихъ новшествъ, по существу дѣла, въ теорію предѣловъ ни А. А. Марковъ, ни кто-либо другой изъ признанныхъ за свои ученые заслуги научныхъ авторитетовъ ео время Коши не вводилъ и не можетъ вводить.

Существуетъ единственное всѣмъ ученымъ міромъ принятое опредѣленіе основныхъ понятій предѣловъ и бесконечно-малыхъ, установленное со времени Коши.

Этимъ опредѣленіемъ руководствуются всѣ ученые въ своихъ изслѣдованіяхъ и такія опредѣленія, почти дословно тождественныя, даются во всѣхъ классическихъ трактатахъ по дифференціальному и интегральному исчисленіямъ, а также и во всѣхъ наилучшихъ курсахъ современныхъ ученыхъ.

А. А. Марковъ, К. А. Пессе, всѣ профессора всѣхъ университетовъ даютъ въ сущности то же опредѣленіе бесконечно-малыхъ, какое дано Коши въ его «Алгебраическомъ Анализѣ», а именно: «On dit qu'une quantité variable devient infiniment petite lorsque sa valeur numérique décroît indéfiniment de manière à converger vers sa limite zéro» (Cauchy, Analyse Algébrique, 1821).

Въ качествѣ образца пріемовъ, при помощи которыхъ П. А. Некрасовъ пытается разоблачить вредное направленіе «школы дурного познанія», Комиссія считаетъ полезнымъ привести слѣдующій:

По поводу опредѣленія бесконечно-малаго числа, котораго держатся, какъ сказано выше, математики со временъ Коши и которое было приведено и проф. К. А. Поссе въ его статьѣ «Нѣсколько словъ о статьѣ П. А. Некрасова и т. д.» (Журн. Мин. Нар. Просв., сентябрь, 1915), П. А. Некрасовъ говорить:

«Свое опредѣленіе К. А. Поссе называетъ яснымъ; но на самомъ дѣлѣ его слѣдуетъ назвать только краткимъ по формѣ выраженія, по существу же оно, прикрытое дымкою логики «тождества неразличимыхъ», является очень туманнымъ. Какъ мошкетерское, оно, выключая изъ науки комбинаціонныя моральныя цѣнности такъ называемаго дуалистическаго міросозерцанія (см. Г. П. Челпановъ: Введеніе въ философію), непосредственно ведетъ къ монизму «Міровыхъ загадокъ» Геккеля. Станетъ ли К. А. Поссе защищать позицію, занятую этими загадками?

«Въ самомъ зародышѣ своей теоріи познанія Геккелевскій монизмъ убиваетъ понятія о единствахъ высшаго порядка, о которыхъ учитъ математика, не желающая въ своихъ опредѣленіяхъ измѣнять логическимъ классическимъ гуманитарнымъ основамъ, направленнымъ въ сторону, противоположную тому, что называется варварствомъ, каннибальствомъ, первороднымъ грѣхомъ, съ коимъ борется гражданская наука и христіанская цивилизація съ единственной цѣлью совершенствованія человѣческой природы («будьте совершенны, какъ совершенъ Отецъ Вашъ Небесный»).

3. Такъ какъ проповѣдь ошибочныхъ толкованій основныхъ началъ науки, которую П. А. Некрасовъ ведетъ неустанно, можетъ оказать весьма вредное вліяніе именно въ томъ случаѣ, если эти заблужденія проникнутъ въ среднюю школу, Комиссія считаетъ своей обязанностью войти въ дальнѣйшія подробности по этому предмету.

Заблужденія П. А. Некрасова по основнымъ вопросамъ анализа, входящимъ теперь въ обиходъ средней школы, ярко проявились еще около пятинадцати лѣтъ тому назадъ въ его нападеніи на мемуаръ Чебышева: «О двухъ теоремахъ относительно вѣроятностей» и на связанныя съ этимъ мемуаромъ работы академиковъ А. А. Маркова и А. М. Ляпунова.

Въ статьѣ: «По поводу одной простѣйшей теоремы о вѣроятностяхъ суммъ и среднихъ величинъ» (Мат. Сборн., т. XXII) П. А. Некрасовъ, между прочимъ, пишетъ: «Характеръ неточностей результатовъ мемуара Чебышева: «О двухъ теоремахъ относительно вѣроятностей» и связанныхъ съ этимъ мемуаромъ изслѣдованій А. А. Маркова и А. М. Ляпунова нуждается еще въ одномъ поясненіи. Это поясненіе сдѣлаетъ болѣе понятнымъ, почему эти неточности ускользали изъ ихъ вниманія. Выводы упомянутыхъ авторовъ опредѣляли при извѣстныхъ условіяхъ числовую величину предѣла вѣроятности P неравенствъ (11), каковой предѣлъ, по ихъ мнѣнію, всегда есть интегралъ вида (12). Но какъ понимать здѣсь слово «предѣлъ»?

«Въ своихъ изслѣдованіяхъ и въ приведенной выше теоремѣ я ставлю это понятіе въ связь съ понятіемъ объ эквивалентности вѣроятности P и величины L , къ кото-

рой P въ предѣлѣ стремится: величина P и ея предѣлъ должны быть эквивалентны, т. е. отношеніе $L:P$ должно стремиться къ 1. Такое пониманіе слова предѣлъ проникаетъ и черезъ весь анализъ бесконечно-малыхъ, т. е. черезъ дифференціальное и интегральное исчисленіе, и лишь это пониманіе слова «предѣлъ» я считаю плодотворнымъ и вполне достойнымъ научнаго изслѣдованія. Но съ этимъ понятіемъ о предѣлѣ очень часто расходятся выводы вышеупомянутыхъ авторовъ. Чтобы выводы ихъ сдѣлать формально правильными, нужно другое болѣе грубое понятіе о предѣлѣ, довольствующееся лишь соблюденіемъ требованія, чтобы разность $P - L$ между количествомъ P и его предѣломъ стремилась къ нулю, при чемъ P и L могутъ оказаться и неэквивалентными въ указанномъ смыслѣ, если они стремятся сами къ нулю. При такомъ грубомъ понятіи о предѣлѣ любое количество вида x^n при $n > 0$ можно, напримѣръ, считать за предѣлъ $\sin x$ при убываніи абсолютной величины дуги x до нуля. Должно сказать, что съ такимъ понятіемъ о предѣлѣ выводы вышеупомянутыхъ авторовъ никогда не расходятся».

Во всемъ сказанномъ пѣрно лишь то, что выводы Чебышева, А. А. Маркова и А. М. Ляпунова не только очень часто, но и всегда расходятся съ понятіемъ Н. А. Некрасова о предѣлѣ, точно такъ же, какъ съ нимъ расходятся всѣ безопытные выводы ученыхъ всего свѣта.

Все же остальное въ только что приведенной цитатѣ представляетъ лишь извращеніе основныхъ опредѣленій и понятій анализа, что въ свое время было уже отмѣчено акад. А. М. Ляпуновымъ (Записки Импер. Харьк. Университета, Харьковъ, 1901).

Н. А. Некрасовъ смѣшиваетъ, съ одной стороны, малыя величины съ бесконечно-малыми и съ ихъ предѣломъ, а съ другой — понятіе о предѣлѣ съ понятіемъ объ асимптотическомъ выраженіи функций, и все это принимаетъ за болѣе тонкое проникновеніе въ глубину науки.

Въ XXVIII томѣ Математическаго Сборника (1911 г., стр. 459) онъ вновь развиваетъ свои идеи въ слѣдующихъ фразахъ: «Слово предѣлъ въ примѣненіи къ дифференціальному исчисленію продолжаю понимать не въ смыслѣ Эйлеровой терминологіи, которую, повидимому, реставрируетъ А. А. Марковъ (стр. 11—12 «Отповѣди»), а въ смыслѣ Лагранжевой истинной терминологіи, опредѣляющей, напримѣръ, производную $f'(x)$ какъ предѣлъ извѣстнаго выраженія $\frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$, при чемъ по этой теоріи можно и должно говорить о предѣлѣ количества $\Delta f(x)$ не какъ о нулѣ, а какъ о малой величинѣ, эквивалентной количеству $f'(x) \Delta x$, пока $f'(x)$ не есть нуль; если же $f'(x)$ есть нуль, то приходится обратиться къ $\frac{1}{2} f''(x) \Delta x^2$ и т. д.».

Здѣсь указанное выше смѣшеніе понятій выражено еще отчетливѣе и подкрѣпляется какой-то истинной Лагранжевой терминологіей и теоріей.

Можетъ быть, подобныя взгляды и раздѣляются тѣми или иными лицами, мнѣнія которыхъ не имѣютъ научнаго вѣса, но и въ трудахъ извѣстнаго французскаго ма-

тематика Иозефа Луи Лагранжа, ни въ трудахъ акад. В. Г. Имшенецкаго, на котораго ссылается П. А. Некрасовъ, ничего подобнаго найти нельзя.

Лагранжъ не только не развивалъ какой-либо теоріи, подобной той, на которую ссылается П. А. Некрасовъ, но даже въ некоторыхъ своихъ изслѣдованіяхъ совсѣмъ устраняетъ понятіе о бесконечно-малыхъ или исчезающихъ величинахъ именно для того, чтобы достигнуть возможной простоты и ясности и освободиться отъ всякой метафизики¹ (см. «Lagrange: Sur une nouvelle espèce de calcul relatif à la différentiation et à l'intégration des quantités variables», Nouveaux Mémoires de l'Acad. Royale des Sciences et Belles-Lettres de Berlin, 1772, также Oeuvres de Lagrange, T. IX, Théorie des fonctions analytiques, 1881 г.).

П. А. Некрасовъ, наоборотъ, злоупотребляя математическимъ терминомъ бесконечно-малое и всякими другими терминами схоластической философіи, заволакиваетъ свои разсужденія туманомъ метафизики.

Примѣрами такого злоупотребленія терминомъ бесконечно-малое, котораго не можетъ допустить математикъ, заботящійся о строгости своихъ сужденій, могутъ служить слѣдующія мѣста изъ его втораго изданія «Теоріи вѣроятностей»² (стр. 64, 65):

«Если числа $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots$ несоизмѣрны, то въ популярномъ смыслѣ мѣры h не существуетъ, математики же считаютъ эту мѣру h бесконечно-малою. Сверхъ того, если переменное x аналитически непрерывно, то математики, разсматривая разность смежныхъ значеній непрерывно возрастающаго переменнаго, обозначаютъ эту разность символомъ dx , считая dx величиною бесконечно-малою; она же есть величина h » (стр. 64).

«Пусть переменное $x = \frac{p}{q}$, гдѣ p и q суть цѣлыя взаимно простые числа.

Иначе говоря, x обнимаетъ совокупность вѣхъ чиселъ, кромѣ чиселъ несоизмѣримыхъ съ единицей. Въ этомъ случаѣ вышеуказанная мѣра h будетъ неуволнимымъ бесконечно-малымъ числомъ δx » (стр. 65).

Необходимо еще разъ напомнить, что самъ П. А. Некрасовъ считаетъ толкованіе «отвлеченныхъ математическихъ началъ, предлагаемыхъ учащимся для вытверживанія» предметомъ государственной важности (Курш. Мин. Нар. Просв., окт., 1915, стр. 98).

«Плодотворность началъ теоріи предѣловъ и дифференціального и интегрального исчисленія», говоритъ онъ далѣе, «обусловлена въ среднемъ образованіи прежде всего полнотою и связностью опредѣленія главныхъ родовъ и видовъ дифференціаловъ переменныхъ величинъ, независимыхъ и зависимыхъ. При этомъ должны быть при-

¹ Вліяніе таковой, конечно, еще сказывалось около 150 лѣтъ тому назадъ, въ первое время послѣ открытія метода бесконечно-малыхъ, но со временъ Коши вѣхъ недоразумѣній, о которыхъ еще упоминаетъ Лагранжъ въ 1772 году, отошли въ область исторіи.

² Это второе изданіе слѣдуетъ отличать отъ перваго, которое не содержитъ тѣхъ несообразностей, которыми переполнено второе.

няты въ еоображеніе два различныхъ типа измѣненій: измѣненіе *сплошное* (непрерывное) и измѣненіе *несплошное* (прерывное). Здѣсь, у признанія основного значенія этихъ двухъ видовъ измѣненія зачинается рѣзкое различіе двухъ *первообразныхъ* родовъ *исчезающихъ дифференціаловъ*: дифференціалы *потенціальные*, соответствующіе измѣненію сплошныхъ переменныхъ и епоеобны достигать *вплотную* «абсолютнаго нуля» (таково разстояніе между зеноновской черепахой и вплотную догоняющимъ ее Ахиллесомъ), и дифференціалы *актуальные*, никогда не достигающіе нуля въ предѣлѣ, хотя могущіе стремиться къ нулю неограниченно (такова длина стороны v_n правильного n - угольника, вписаннаго въ данный кругъ при возрастаніи n до безконечности).

Естественно возникнетъ у учениковъ предположеніе, что существуетъ нѣсколько «родовъ и видовъ дифференціаловъ переменныхъ». Изъ нихъ разматриваются далѣе только два «первообразныхъ рода исчезающихъ дифференціаловъ»; значить, возможны еще какіе-то первообразные роды и виды не только исчезающихъ, но и неисчезающихъ дифференціаловъ.

Перваго рода «потенціальные дифференціалы» епоеобны «достигать вплотную абсолютнаго нуля». Ученикъ задумается прежде всего надъ тѣмъ, что значить «достигать вплотную», и какимъ образомъ можно «достигать не вплотную», а затѣмъ сейчасъ же наталкивается на какой-то «абсолютный нуль».

Когда же ученикъ дойдетъ до «актуальнаго дифференціала», который «никогда не достигаетъ нуля даже и въ предѣлѣ, хотя и можетъ стремиться къ нулю неограниченно», то, надо думать, окончательно станетъ въ тупикъ, особенно если вспомнить, что въ первомъ случаѣ рѣчь шла о какомъ-то «абсолютномъ нулѣ», смыслъ котораго и послѣ примѣра зеноновской черепахи отнюдь не разъяснился, а здѣсь говорится просто о «нулѣ», безъ прибавки термина «абсолютный».

Примѣръ стороны правильного n - угольника, длина которой будто бы и въ предѣлѣ, при возрастаніи n до безконечности, все-таки не достигаетъ нуля, хотя бы и не «абсолютнаго», конечно, еще болѣе запутываетъ дѣло.

Во избѣжаніе недоразумѣній необходимо отмѣтить, что возможность прерывныхъ измѣненій безконечно-малыхъ никто и не помышляетъ отрицать, и это зачастую отмѣчается въ курсахъ дифференціальнаго исчисленія (см., напр., C. Jordan, Cours d'Analyse; t. I, 1893, p. 16). Точно такъ же многіе авторы, для удобства, не причисляютъ къ еовокупности значеній безконечно-малаго числа его предѣлъ «нуль» (см., напр., Bertrand, Traité de Calcul Différentiel, p. 1; А. А. Марковъ, Лекціи по диффер. исчисл., 1898 г., стр. 42); но, конечно, не эти простыя и ясныя вещи имѣетъ въ виду П. А. Некрасовъ, выдвигая именно противъ прочно установленныхъ со времени Коши ясныхъ и точныхъ опредѣленій свои еобственные.

Комиссія сожалеетъ, что ей приходится тратить трудъ и время на разборъ указанныхъ выше несообразностей, но считаетъ тѣмъ не менѣе евоей обязанности сдѣлать это именно потому, что здѣсь дѣло идетъ, какъ утверждаетъ и самъ П. А. Некрасовъ, дѣйствительно о «предметѣ государственной важности»: о возможности

пагубнаго вліяння розсудливих заблуджень на преподаваніє математики въ средней школѣ.

4. Переходя къ вопросу о преподаваніи теоріи вѣроятностей въ средней школѣ, Комиссія не считаетъ возможнымъ входить въ разсмотрѣніе этого сложнаго вопроса по существу, независимо отъ упомянутого въ началѣ доклада проекта П. А. Некрасова и П. С. Флорова, хотя нѣкоторые члены Комиссіи и высказывались принципиально противъ введенія въ программу средней школы курса теоріи вѣроятностей въ какомъ-бы то ни было видѣ.

Что же касается подлежащаго обсужденію проекта П. А. Некрасова и П. С. Флорова, то отрицательный отзывъ о немъ былъ уже данъ акад. А. А. Марковымъ (Журн. Мин. Нар. Просв., Май, 1915).

Комиссія, признавая этотъ отзывъ вполне правильнымъ, считаетъ нужнымъ сдѣлать еще слѣдующія дополнителныя замѣчанія.

Даже программа двухчасового общаго курса, предлагаемая проектомъ, окажется непосильной учебку средняго учебнаго заведенія при настоящей постановкѣ преподаванія математики и не вынудитъ ему ничего, кромѣ трудно поправимой путаницы въ мысляхъ.

Начинать съ какого-то основнаго закона теоріи вѣроятностей, не говоря о сложении и перемноженіи вѣроятностей, и выводить съ самаго начала теорему Я. Бернулли нѣтъ никакихъ основаній.

Далѣе, превращеніе формулы бинома Ньютона изъ основн. теоремы алгебры въ предложеніе теоріи вѣроятностей не только странно, какъ это замѣтилъ и проф. А. В. Васильевъ въ своемъ отзывѣ (Журн. Мин. Нар. Просв., февраль, 1915), но прямо недопустимо въ курсахъ, преслѣдующихъ педагогическія цѣли. Нельзя также ничѣмъ оправдать выпущеніе изъ общаго курса алгебры такого важнаго и элементарнаго отдѣла, какъ теорія непрерывныхъ дробей, въ угоду проектируемому курсу теоріи вѣроятностей.

Кромѣ двухчасового курса предполагается еще, хотя бы въ видѣ опыта въ нѣкоторыхъ гимназіяхъ, четырехчасовой курсъ теоріи вѣроятностей. Тутъ дѣло обстоитъ еще хуже.

Здѣсь авторы не только предлагаютъ несоразмѣрно широкую программу, но и вводятъ въ педагогическую практику неправильныя толкованія предлагаемаго для изученія матеріала.

Четырехчасовой курсъ теоріи вѣроятностей профессор П. А. Некрасовъ рекомендуетъ дополнить теоремой Чебышева «въ соотвѣствіи свойственной этой теоремѣ атмосферы ея статистическихъ основаній и ея статистическихъ слѣдствій» (Журн. Мин. Нар. Просв., февраль, 1915, стр. 111).

П. А. Некрасовъ именуетъ эту теорему обобщеніемъ закона большихъ чиселъ (см. Теорію вѣроятностей, 2 изд., стр. 318).

Академикъ А. А. Марковъ, разматривая статью: «Задачи и игры для дѣтскаго міра и т. д.», которая въ проектѣ Н. А. Некрасова и Н. С. Флорова занимаетъ видное мѣсто, уже отметилъ, что вопреки ихъ утвержденіямъ, въ ней нѣтъ ни обобщенія теоремы Чебышева о среднихъ, ни упрощенія ея доказательства.

Въ настоящее время Комиссія считаетъ необходимымъ установить, на основаніи совокупности всѣхъ трудовъ Н. А. Некрасова, что отношеніе его къ этой теоремѣ, представляющей по проекту главный предметъ изученія второго отдѣла четырехчасоваго курса, совершенно неправильно.

То, что онъ называетъ «крайне упрощеннымъ доказательствомъ теоремы въ общей, исчерпывающей формѣ, представляющей, можно сказать, универсальный принципъ теоріи познанія и воспріятія наличностей» (Журн. Мин. Нар. Просв., июль, 1915, стр. 10), въ дѣйствительности сводится только къ начальной леммѣ Чебышева, съ указаніемъ условія, при которомъ методъ Чебышева можетъ вести къ цѣли.

Условіе это очевидно, и съ него начинается статья академика А. А. Маркова, «Распространеніе закона большихъ чиселъ на величины, зависящія другъ отъ друга» (Извѣстія Физ.-Мат. Общ. при Казанск. Универс., 1907 г.):

«А именно изъ разсужденій Чебышева ясно, что указанный законъ большихъ чиселъ долженъ оправдываться во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда математическое ожиданіе квадрата разности между суммой величинъ и суммой ихъ математическихъ ожиданій, при безпредѣльномъ возрастаніи числа величинъ, возрастаетъ медленно, чѣмъ квадратъ ихъ числа, такъ что отношеніе этого математическаго ожиданія къ квадрату числа величинъ имѣетъ предѣломъ нуль».

Н. А. Некрасовъ устанавливаетъ то же самое условіе только въ болѣе сложномъ видѣ. Въ его «Теоріи вѣроятностей» на стр. 318 подъ заголовкомъ: «Обобщенный законъ большихъ чиселъ при обсужденіи эмбелъ независимыхъ и зависимыхъ переменныхъ величинъ» мы находимъ слѣдующую «теорему», которая представляетъ дословное повтореніе такой же «теоремы» на стр. 301 подъ заголовкомъ: «Обобщеніе простого закона большихъ чиселъ»:

Теорема II. Если величину τ , указанную въ теоремѣ I, возможно выбрать такъ, чтобы количества $\tau\sqrt{g(1)}$ и $\frac{1}{m\tau^2}$ были весьма малы и стремились къ нулю при возрастаніи m до ∞ , то вѣроятность P того, что абсолютная величина разности $\xi - a$ окажется весьма малымъ количествомъ, не превосходящимъ предѣла $\tau\sqrt{g(1)}$, будетъ болѣе $1 - \frac{1}{m\tau^2}$ и будетъ стремиться къ 1 (къ достоверности) при возрастаніи m до ∞ .

Здѣсь $\xi = \frac{x + y + \dots + n}{m}$, a означаетъ математическое ожиданіе числа ξ ,

$mg(1)$ математическое ожиданіе квадрата разности $m\xi - ma$.

Очевидно, что приведенное предложение ничего нового не представляет, такъ какъ два условія П. А. Некрасова относительно $\tau \sqrt{g(1)}$ и $\frac{1}{m-2}$, въ виду неопределенности положительнаго числа τ , равносильны одному условію, ясно выказанному въ началѣ вышеупомянутой статьи А. А. Маркова.

Задача именно и состоитъ въ указаніи случаевъ, когда это условіе выполняется.

Хотя статья «Общій основній методъ производящихъ функций», гдѣ дается та же теорема, и «Теорія вѣроятностей» П. А. Некрасова появились пять лѣтъ спустя послѣ указанной статьи А. А. Маркова, однако П. А. Некрасовъ не далъ ни одного новаго случая теоремы, а остановился на исходномъ условіи статьи А. А. Маркова, приписавъ ему «исчерпывающую общность».

П. А. Некрасовъ сдѣлалъ здѣсь обычную для него ошибку, а именно: смѣшалъ условія, необходимыя для непосредственнаго припѣянія способа Чебышева, съ условіями, необходимыми для существованія самаго закона большихъ чиселъ.

Именно такой пріемъ вывода теоремы Чебышева и рекомендуется авторамъ проекта ввести въ элементарный учебникъ теорій вѣроятностей для средней школы (Журн. Мин. Нар. Просв., февраль, 1915, стр. 112).

Но изъ сказаннаго видно, что такой пріемъ не доставляетъ ни простоты, ни изящества, ни самой теоремы Чебышева о среднихъ, не говоря уже объ «атмосферѣ ей сопутствующей», основанъ на смѣшеніи различныхъ понятій и, конечно, не можетъ служить предметомъ изученія въ средней школѣ.

«Проектъ» настаиваетъ, далѣе, на необходимости ввести въ курсъ теорій вѣроятностей средней школы особую главу подъ заглавіемъ: «Теорема Пирсона», при чемъ одинъ изъ авторовъ (П. А. Некрасовъ) проекта рекомендуетъ включить такую даже въ двухчасовой курсъ (Журн. Мин. Нар. Просв., февраль, 1915, стр. 111).

Академикъ А. А. Марковъ, а за нимъ и профессоръ К. А. Поеее уже указали, что такой «теоремы Пирсона» не существуетъ, но въ октябрьской книжкѣ Журн. Мин. Нар. Просв. (стр. 98) П. А. Некрасовъ «долгомъ помѣетъ вторично удостоверить, что указанная приближенная формула К. Пирсона есть *дедуктивная*, а не *эмпирическая*, и что правда, ею выраженная, есть, вопреки утверженію К. А. Поеее, *теорема*, а не какой-либо другой видъ истины.

«Въ самомъ дѣлѣ истинность этой формулы строго доказывается на основаніи данныхъ условій только математикой, т. е. *независимо отъ опытовъ*».

Комиссія, разсмотрѣвъ вопросъ, пришла къ единогласному заключенію, что формула К. Пирсона, о которой идетъ рѣчь, дѣйствительно никакой теоремы не выражаетъ, а выводъ этой формулы, данный П. А. Некрасовымъ («Теорія вѣроятностей», стр. 518—520) никакого доказательства не представляетъ. То, что П. А. Некрасовъ называетъ строгимъ доказательствомъ, состоитъ въ замѣнѣ

конечных приращений переменных ихъ дифференціалами. Такимъ именно путемъ онъ получаетъ, какъ онъ самъ говоритъ, «приблизительное» уравненіе

$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dx} = \frac{-x}{\beta(x-a_1)(x-a_2)},$$

которое и рѣшается назвать теоремой Пирсона (Ж. Мин. Нар. Просв., июль и окт. 1915).

Преподносить учащимся въ средней школѣ такого рода бездоказательные выводы и неправильныя толкованія основныхъ теоремъ теоріи вѣроятностей (теорема Чебышева) въ качествѣ образовательнаго и развивающаго матеріала, само собою разумѣется, недопустимо.

5. Наконецъ, необходимо остановиться на томъ, что съ указаннымъ проектомъ введенія въ среднюю школу теоріи вѣроятностей связана попытка воздѣйствовать при помощи математики на нравственно-религіозное и политическое міросозерцаніе юношества въ нанередъ заданномъ направленіи.

Такое отношеніе къ дѣлу опредѣленно высказывается весьма часто въ многочисленныхъ статьяхъ П. А. Некрасова и В. Г. Алексѣева, помѣщенныхъ не только въ чисто научныхъ и педагогическихъ журналахъ (напримѣръ, Математическій Сборникъ, Математическое Образованіе и др.) и во второмъ изданіи «Теоріи вѣроятностей» П. А. Некрасова, но и въ Журналѣ Министерства Народнаго Просвѣщенія.

Невозможно привести все характерныя въ этомъ отношеніи мѣста, коими переполнены страницы «Теоріи вѣроятностей» и другихъ статей указанныхъ авторовъ. Для образца достаточно привести нѣкоторые изъ нихъ.

На стр. 115 «Теоріи вѣроятностей» П. А. Некрасовъ пишетъ, напримѣръ: «Въ цѣломъ своемъ просвѣтительная философія вѣры, наукооборота, трудооборота и правооборота даетъ людямъ и конституцію. Цель этой философіи — освободиться и освободить людей отъ нуть корыстной *мистики* царства 1°, сохраняя живую *опору* въ приближеніи царства 2° (см. выше пунктъ I), — вѣру, въ которой таинства безкорыстны и узы священны. (Здѣсь слѣдуетъ ссылка на труды А. С. Хомякова, Кирѣевскаго, Глѣарова-Платонова, Н. В. Бугаева, епископа Осефаназитворника Вышенскаго, С. Н. Трубецкаго, на загадки мысли В. С. Соловьева). При этомъ математическая теорія вѣроятностей есть Паскалевскій и Бугавскій мостъ, соединяющій вѣру, какъ фактъ народной психологіи и религіи, и науку другъ съ другомъ, съ подвигомъ, отвѣтомъ на спросъ и озареніемъ, съ вопросами политики и права общественнаго и частнаго».

Говоря далѣе о «примѣчательной» попыткѣ инженеръ-философа Лс-Плс «въ широкомъ масштабѣ привить, пришлифовать (допуская простительныя и некунаемыя невязки) основную религіозную мораль къ здоровому смыслу естественныхъ и общественныхъ наукъ и наоборотъ», П. А. Некрасовъ продолжаетъ: «Этотъ этюдъ, а равно и опыты *просвѣщающей* политики государства, какъ педагога, на мой

взглядъ, убѣждаютъ въ возможности дальнѣйшаго культивированія этой прививки дисциплины науки и религіи другъ къ другу и къ дѣламъ народовъ земного шара».

Здѣсь же въ примѣчаніи, послѣ ссылки на статью В. Г. Алексѣева (Гербартъ, Штрюмпель и ихъ педагогическія системы) и самого П. А. Некрасова (Основы общественныхъ и естественныхъ наукъ въ средней школѣ), говорится: «Что касается прививки другъ къ другу принциповъ естественной науки и религіи, какъ вѣры въ Творца, то это сдѣлали съ полнымъ успѣхомъ еще Лейбницъ, Ньютонъ, Ломоносовъ, митрополитъ Филаретъ... и другіе».

Далѣе, въ § 35, стр. 369, подъ заголовкомъ «Четвертая антиномія Канта (о необходимомъ существѣ)» П. А. Некрасовъ говоритъ: «При добросовѣстномъ примѣненіи графиковъ вѣроятности и индуктивныхъ уравненій § 18 открытія («эврика») науки и откровенія религіи сходятся и дополняютъ другъ друга въ исторіи».

Приведемъ еще часть заключенія § 11-го книги III, подъ заголовкомъ «Взаимоотношеніе тройнаго комплекса явленій: E_0 , E_1 , E_2 . Ритуалы заппен и объективированіе критеріевъ \pm сродства, соответствующихъ тройной ассоціаціи. Значеніе этихъ критеріевъ въ вопросахъ біологіи, наследственности и традиціи».

Рядъ математическихъ формулъ, заполняющихъ страницы 458—460, заканчивается такими словами: «Устойчивость (статика) и, наоборотъ, морфологическая измѣняемость (превращенія) вышнихъ антропометрическихъ признаковъ, кровныхъ жизненныхъ свойствъ и духовныхъ способностей у чистыхъ расъ и у помѣсей псалмизуется по схемамъ теорій взаимоотношеній, съ помощью числовой геометріи именно не двухъ, а обязательно трехъ измѣреній X_0 , X_1 и X_2 , присоединяя къ этимъ измѣреніямъ еще и четвертое Z , измѣряющее вѣроятности отклоненія Δ ».

«Это «четвертое» графическое измѣреніе, напоминая о погрѣшностяхъ сужденій, наблюденій, учетовъ и измѣреній, заставляетъ смотрѣть на эволюціонныя теоріи Дарвина, Геккеля и проч., какъ на фиктивные утвержденія, требующія поправокъ, тѣмъ болѣе значительныхъ, чѣмъ дальше отъ наблюдаемыхъ фактовъ совершается теоретическая экстраполяція за предѣлы современной геологической эпохи».

Другой членъ Совѣта Министра Народнаго Просвѣщенія В. Г. Алексѣевъ находитъ нужнымъ введеніе въ курсъ средней школы теорій вѣроятностей въ противовѣсъ тѣмъ превратнымъ ученіямъ новаго времени, въ возникновеніи конхъ будто бы повлиши блестящіе успѣхи математическаго анализа и механики.

Въ своемъ «отвѣтѣ» на упомянутую въ началѣ доклада «анкету» (Журн. Мин. Нар. Просв., февраль, 1913) профессоръ чистой математики пишетъ:

«Образовательное значеніе этого курса» (т. е. теорій вѣроятностей) «по моему мнѣнію, громадно, такъ какъ имъ открывається совѣтъ новое міровоззрѣніе въ противовѣсъ господствующему матеріалистическому міровоззрѣнію, которое упрочилось во всѣхъ отрасляхъ знаній, незаметно пронизало всю нашу культуру, весь строй нашей жизни вслѣдствіе блестящихъ успѣховъ математическаго анализа и основанной на немъ механики — въ приложеніи послѣднихъ къ явленіямъ природы. Вслѣдствіе

успѣховъ этихъ приложений, неоднократно являлась заманчивая мысль примѣнять простыя аналитико-механическіе шаблоны изслѣдованія къ наукамъ біологическимъ и социальнымъ, что породило не мало совершенно превратныхъ теорій и ученій новаго времени: социальную физику Кетле, позитивизмъ Огюста Конта, дарвинизмъ въ его крайностяхъ, историческій матеріализмъ и т. д. При построеніи этихъ ученій, сыгравшихъ большую роль въ образованіи міровоззрѣній современной интеллигенціи, виоислась та односторонность, которая свойственна наиболѣе развитшемуся и наиболѣе богатому приложеніями отдѣлу математики — математическому анализу, имѣющему дѣло не съ отдѣльными единицами, а со *сплошной* массою, съ *непрерывной* закономерностью. Вслѣдствіе сего, *качественные* вопросы, вопросы *формы* и *отношеній* отдѣльныхъ единицъ весьма часто получали ложное освѣщеніе при обработкѣ ихъ по шаблонамъ математическаго анализа и механики. Для этихъ вопросовъ имѣются въ математикѣ другіе образцы, другіе приемы, заключающіе въ себѣ идею прерывности, идею соединеній или комбинаций отдѣльныхъ единицъ и, наконецъ, идею вѣроятности, при помощи которой можно учитывать даже свободно-волевыя закономерности той или иной группы индивидуумовъ».

Съ этими разсужденіями В. Г. Алексѣева умѣстно здѣсь сопоставить упомянутыя выше (во 2-мъ § настоящаго доклада) заявленія П. А. Некрасова о тѣхъ вредныхъ послѣдствіяхъ, къ которымъ ведетъ, по его мнѣнію, одно лишь признаніе общепринятаго въ наукѣ опредѣленія понятія о безконечно-маломъ числѣ.

Оно падетъ, какъ оказывается, къ какимъ-то «противорѣчіямъ» (апоріямъ), къ «нулизму» (пустота-пустотѣ; Журн. Мин. Нар. Просв., стр. 100, октябрь, 1913), къ «иллюзионизму», къ Геккелевскому монизму, убивающему «понятія о единствахъ высшаго порядка» (ibid., стр. 102), и т. п.

Въ противовѣсъ этимъ бѣдствіямъ, источникомъ которыхъ являются, по мнѣнію П. А. Некрасова и В. Г. Алексѣева, точныя и строго научныя опредѣленія, приведшія къ блестящимъ успѣхамъ математики въ области математическаго анализа и механики, и выдвигаются два средства:

Во-первыхъ, опредѣленія и сужденія самого П. А. Некрасова, которые выдаются за ученія какой-то особой математики, «не желающей въ своихъ опредѣленіяхъ измѣнить истиннымъ классическимъ гуманитарнымъ основамъ, направленнымъ въ сторону противоположную тому, что называется варварствомъ, канибальствомъ, первороднымъ грѣхомъ» (ibid., стр. 102, см. 2-й § доклада).

Во-вторыхъ, другой отдѣлъ той же самой математики — теорія вѣроятностей въ той программѣ и съ тѣми толкованіями, о которыхъ было уже сказано въ предыдущемъ §-ѣ настоящаго доклада.

Все сказанное какъ нельзя лучше подтверждается слѣдующими словами самого П. А. Некрасова:

«П будущій бакалаврскій классическій отдѣлъ А средней школы», говоритъ П. А. Некрасовъ (Журн. Мин. Нар. Просв., апрѣль, 1913, стр. 111), «долженъ усовершенствовать научно-философскую подготовку настолько, чтобы овладѣть грам-

математикой *чистой* догматической науки, богословской, логико-математической и юридической. Въ программу философіи этой науки долженъ войти двухчасовой курсъ теоріи вѣроятностей съ ея приложениями къ метафизикѣ вѣры, какъ *предельной науки*, съ асимптотической нумерической логикой творческихъ безконечныхъ совершенствъ, проявляющихся этапами церковной исторіи. Должно сказать при этомъ, что между священной исторіей, метафизикою вѣры и естественно-историческою наукою можетъ и долженъ быть грамотно перекинутъ дружественный, спасительный для человѣческаго рода соединяющій «мостъ». Этотъ мостъ есть именно математическая теорія вѣроятностей и асимптотическая нумерическая логика, при чемъ естественный законный скепсисъ (см. Римл., гл. 14, 1—8) возникаетъ и воспитательно врачуется объясненіями, состоящими въ связи съ *индетерминизмомъ слова* (символическаго мышленія) и также съ *естественно-научнымъ и математическимъ индетерминизмомъ* $\left(\frac{1}{\infty}, \infty' - \infty, \frac{0}{0} \text{ и пр.}\right)$ въ области анализа бесконечно-малыхъ и бесконечно-большихъ и съ ученіемъ объ отношеніи конечнаго къ бесконечно-малому $\frac{1}{\infty}$ и къ бесконечнымъ ∞ совершенствамъ творческой Сущности, закрытой отъ насъ покрываломъ символовъ и нашихъ несовершенныхъ чувствъ» (Журн. Мин. Нар. Просв., апрѣль, 1915, стр. 112).

Но по поводу подобныхъ разсужденій Комиссія считаетъ неумѣстнымъ входить въ какіе бы то ни было комментаріи.

Исно, что въ XX-омъ вѣкѣ возобновляются настойчивыя попытки использовать совершеннѣйшую изъ наукъ — математику — въ томъ направленіи, которому она по самой своей сущности служить не можетъ.

Такія попытки дѣлались неоднократно, напримѣръ, у насъ въ первой половинѣ прошлаго вѣка, когда старались доказывать Всемогущество Божіе при помощи разложенія въ рядъ

$$\frac{1}{1-x} = 1 - x + x^2 - x^3 + \dots$$

при $x = 1$.

Опытъ показалъ, что все эти поползновенія либо разсыпались въ прахъ передъ неумолимой строгостью точной науки, либо приводили къ результатамъ прямо противоположнымъ тѣмъ, которыхъ добивались злоупотреблявшие математикой для цѣлей ей совершенно чуждыхъ.

Комиссія полагаетъ, что вышеупомянутыя заблужденія и ошибочныя толкованія основъ науки и злоупотребленіе математикой съ предвзятой цѣлью превратить чистую науку въ орудіе религіознаго и политическаго воздѣйствія на подростающее поколѣніе, проникнувъ въ жизнь школы, принесутъ непоправимый вредъ дѣлу просвѣщенія.

Комиссія предлагаетъ Отдѣленію представить этотъ докладъ вниманію Господина Министра Народнаго Просвѣщенія и выразить пожеланіе объ опубликованіи его въ Журналъ Министерства Народнаго Просвѣщенія, а также напечатать въ Извлеченіяхъ изъ протоколовъ засѣданій въ Извѣстіяхъ Императорской Академіи Наукъ.

Ординарный академикъ А. Марковъ.

Ординарный академикъ А. Ляпуновъ.

Ординарный академикъ В. Стекловъ.

Членъ-корреспондентъ Императорской Академіи Наукъ, заслуженный профессоръ Императорской Николаевской Военной Академіи, генералъ-отъ-инфантеріи Н. Цингеръ.

Членъ-корреспондентъ Императорской Академіи Наукъ, заслуженный ординарный профессоръ Петроградскаго Унiverситета Д. Бобылевъ.

Членъ-корреспондентъ Императорской Академіи Наукъ, заслуженный профессоръ Николаевской Морской Академіи, флота генералъ-лейтенантъ А. Крыловъ.

Петроградъ, 16 ноября 1913 года.

XVI засѣданіе, 26 ноября 1915 года.

Во исполненіе постановленія ФМ. Отдѣленія состоялось разсмотрѣніе доклада Комиссіи по обсужденію нѣкоторыхъ вопросовъ преподаванія математики въ средней школѣ.

По разсмотрѣніи доклада избрана Комиссія подъ предѣлательствомъ академика А. Н. Карпинскаго изъ академиковъ А. А. Маркова, В. В. Заленскаго, С. О. Ольденбурга, А. М. Ляпунова, Н. П. Бородинъ, В. А. Стеклова для редактированія представленія Отдѣленія на основѣ доклада Комиссіи. При этомъ положено затѣмъ послать означенное представленіе Министру Народнаго Просвѣщенія и выразить пожеланіе, чтобы оно было напечатано въ «Журналѣ Министерства Народнаго Просвѣщенія», сверхъ того помѣстить его въ «Извлеченіяхъ изъ протоколовъ засѣданій» въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Институтъ Сельскаго Хозяйства и Лѣсоводства въ Новой Александріи (Харьковъ, Кацуповская ул., № 7) прислать, при циркулярѣ отъ 10 ноября за № 3513, 6 экземпляровъ объявленій о конкурсѣ на вакантныя въ Институтѣ каедры:

1) исторіи сельскаго хозяйства, сельскохозяйственной статистики и теоріи и политики сельскаго хозяйства,

2) лѣсоводства частнаго и энциклопедическаго курса лѣсныхъ наукъ,

3) лѣсной таксаціи, лѣсной оцѣнки и лѣсной статистики,

4) государственнаго лѣсного хозяйства, лѣсной статистики и исторіи лѣсного хозяйства,

5) геодезіи и основъ высшей математики и механики,

6) ветеринаріи съ зоогигіеной,

7) дендрологіи съ географіей растеній,

8) молочнаго хозяйства,

9) луговодства съ культурой болотъ,

10) лѣсного инженернаго искусства

и 11) лѣсныхъ меліораций,

и просить о распространеніи этихъ объявленій среди заинтересованныхъ въ нихъ лицъ.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что въ отвѣтъ на обращеніе къ учрежденіямъ, приглашаемымъ къ участию въ работахъ Съѣзда ботаническихъ учреждений въ Россіи, получены уведомленія о назначеніи:

11) отъ Императорскаго Общества Любителей Естествознанія, Антропологіи и Этнографіи, состоящаго при Московскомъ Университетѣ—непремѣннаго члена Обще-

ства и председателя Ботаническаго Отдѣленія Общества профессора Д. Н. Вришшикова;

12) отъ Императорскаго Казанскаго Университета — ординарнаго профессора В. В. Лепешкина;

13) отъ Императорскаго Московскаго Университета — ординарнаго профессора Михаила Пльича Голеникина;

14) отъ Батумскаго Ботаническаго Сада — доктора ботаники Александра Германовича Генкеля;

15) отъ Императорскаго Петроградскаго Университета — профессоръ Х. Я. Гобби и С. П. Костычева;

16) отъ Императорскаго Московскаго Общества Испытателей Природы — действительнаго члена Общества О. В. Бухгольца.

17) отъ Петроградскихъ Высшихъ Женскихъ Курсовъ — профессора С. П. Костычева;

18) отъ Императорской Военно-Медицинской Академіи — ординарнаго профессора В. К. Варлиха;

19) отъ Императорскаго Лѣснаго Института — ординарнаго профессора Л. А. Иванова;

20) отъ Рижскаго Политехническаго Института — профессора О. В. Бухгольца;

21) отъ Стбутювскихъ Женскихъ Сельскохозяйственныхъ Курсовъ — преподаватели курсовъ Б. Л. Исаченко;

22) отъ Кавказскаго Музея — главнаго ботаника Тифлискаго Ботаническаго Сада П. П. Мищенко;

23) отъ Кіевскаго Политехническаго Института — ординарнаго профессора Е. Ф. Вотчала;

24) отъ Императорскаго Университета св. Владиміра — ординарнаго профессора А. В. Оомпа.

25) отъ Общества Испытателей Природы при Императорскомъ Харьковскомъ Университетѣ — действительнаго члена Общества В. П. Таліева;

26) отъ Императорскаго Харьковскаго Университета — профессоръ В. М. Арнольди и В. К. Залѣскаго;

27) отъ Кавказскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества — главнаго ботаника Тифлискаго Ботаническаго Сада П. П. Мищенко;

28) отъ Императорскаго Томскаго Университета — профессора В. В. Сапожникова;

29) отъ Высшихъ Курсовъ П. Ф. Легафта — А. А. Рихтера;

30) отъ Гео-Ботанической Комисіи при Докучаевскомъ Почвенномъ Комитетѣ — В. П. Сукачева;

31) отъ Донецкаго Политехническаго Института — профессора В. М. Арциховскаго;

32) отъ Императорскаго Новороссійскаго Университета — профессора Б. Б. Гриневскаго;

33) отъ Императорскаго Варшавскаго Университета — профессора В. Ф. Хмѣлевскаго;

34) отъ Петроградскаго Медицинскаго Института — профессора Г. А. Надеина;

35) Кроме того, состоящее подъ Августѣйшимъ покровительствомъ Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Николая Мпханловича Уральское Общество Любителей естествознанія въ г. Екатеринбургѣ уведомило, что оно не имѣетъ среди своихъ членовъ, живущихъ въ г. Екатеринбургѣ такого ботаника-спеціалиста, которому оно могло бы поручить представительство на Съѣздѣ, но надѣется, что все выдающіеся ботаники, удостоившіе его принятіемъ званія почетныхъ его членовъ, не упустятъ изъ виду его интересовъ при обсужденіи на Съѣздѣ вопросовъ, касающихся возможнаго участія провинціальныхъ научныхъ обществъ въ дальнѣйшемъ изслѣдованіи флоры всей Имперіи.

Положено передать академику Н. Н. Бородину.

Академикъ М. А. Рыкачевъ читалъ:

«Имѣю честь представить Отдѣленію первый выпускъ «Изслѣдованіе весенняго половодья 1908 года», изданный Отдѣломъ Земельныхъ Улучшеній подъ редакціею моею и профессора В. Г. Глушкова.

«Выпускъ заключаетъ въ себѣ Введеніе и Матеріалы наблюденій надъ половодьемъ 1908 года, критически обработанные Э. Ю. Бергомъ.

«Во введеніи я даю и объяснительную его записку, краткій обзоръ организаціи анкетъ Водомѣрною Комиссіею, начавшая съ памятнаго своимъ наводненіемъ 1908 года, и подготовительныхъ работъ, предпринятыхъ Комиссіею для собиранія матеріала и изслѣдованія этого явленія. Тамъ же изложена и программа этого коллективнаго труда, выработанная Водомѣрною Комиссіею при участіи представителей Гидрографической части Отдѣла Земельныхъ Улучшеній.

«Въ виду важнаго не только научнаго, но и практическаго значенія предпринятаго изслѣдованія, изданіе его по соглашенію съ Водомѣрною Комиссіею приняла на себя упомянутая Гидрографическая часть.

«Матеріалы, обработанные Э. Ю. Бергомъ, заключены въ четырехъ таблицахъ:

«Въ таблицѣ I, озаглавленной «Характеръ весенняго половодья 1908 года», сообщаются свѣдѣнія о высотѣ и времени наступленія весеннихъ наводковъ въ 1908 г., включая данныя для сравненія съ половодьями за прежніе годы; здѣсь же приведены данныя о состояніи почвы.

Въ таблицѣ II даны болѣе подробныя свѣдѣнія о наводненіяхъ въ 1908 г., объ ихъ распространенности и ихъ разрушительныхъ дѣйствіяхъ.

«Въ таблицѣ III указаны отмѣченные знаки, до которыхъ достигали высокія воды 1908 г.

«Таблица IV, данная въ приложеніи, заключаетъ въ себѣ наивышшіе горизонты весеннихъ водъ и время ихъ наступленія за періодъ 1891—1908 гг. по наблюденіямъ водоѣмныхъ постовъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и выведенные на основаніи этихъ данныхъ коэффиціенты интенсивности для каждаго года.

«Въ послѣдующіе выпуски «Изслѣдованія» войдутъ: записка Э. Ю. Берга объ интенсивности весенняго половодья 1908 г. съ приложеніемъ соответственной карты, записка В. Н. Лебедева о времени наступленія половодія въ 1908 г. съ приложеніемъ карты изохронъ максимальныхъ весеннихъ наводковъ, записка В. Н. Лебедева о состояніи почвы во время весеннихъ разлиновъ съ приложеніемъ карты, записка М. А. Рыкачева о снѣговомъ покровѣ въ Европейской Россіи съ 1891 до 1908 г. въ связи съ наводненіями 1908 г., записка А. А. Каминскаго о температурѣ воздуха и почвы въ связи съ весенними половодьями и записка М. А. Рыкачева: описаніе всего явленія. Сюда войдутъ избранные планы, графики, фотографіи.

«Выпуски будутъ доставлены безплатно всѣмъ академикамъ, выразившимъ желаніе ихъ получить».

Положено принять къ свѣдѣнію, а книгу передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКОЕ ОТДѢЛЕНІЕ.

XV засѣданіе, 25 ноября 1915 года.

Во исполненіе постановленія Отдѣленія (XIV. 293) академикъ М. А. Дьяковъ читалъ некрологъ члена-корреспондента Г. Бруниера.

Положено напечатать некрологъ въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Г-жа С. Егорова (Sophie Egoroff) прислала изъ Ниццы въ даръ Академіи свою брошюру: «La loi de la nature». Nice. 1915. (16°. 28 pp.).

Положено передать книгу во II Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ С. О. Ольденбургъ читалъ:

«Магистрантъ Евгеній Дмитріевичъ Поливановъ Русскимъ Комитетомъ для изученія Средней и Восточной Азіи былъ командированъ лѣтомъ 1913 г. въ Японію для изученія японскихъ говоровъ. Научное направленіе Е. Д. опредѣлилось уже передъ тѣмъ: ученикъ проф. П. А. Бодуэнъ-де-Куртенэ и приватъ-доцента Л. В. Щерба, Е. Д. примыкаетъ къ тому направленію языковѣдѣнія, которое обращаетъ особое вниманіе на изученіе народныхъ говоровъ, съ помощью примѣненія всѣхъ приѣмовъ и приборовъ, выработанныхъ въ фонетическихъ лабораторіяхъ. При этомъ точное наблюденіе фактовъ живой рѣчи не является само по себѣ цѣлью, а служитъ надежнымъ основаніемъ для построенія теоріи историческаго развитія всѣхъ говоровъ данной семьи изъ одного основнаго говора. Работа Е. Д. нынѣшнимъ лѣтомъ въ Японіи была въ высокой степени плодотворна. Имъ детально изученъ цѣлый рядъ говоровъ, намѣчена ихъ классификація и, какъ слѣдствіе ея, картина историческаго развитія всей семьи японскихъ говоровъ. Въ лекціи, прочитанной имъ передъ факультетомъ восточныхъ языковъ Императорскаго Петроградскаго Университета, Е. Д. сообщилъ о ходѣ своихъ работъ вообще и о связи отдѣльныхъ частей, на которыя онѣ распадаются, съ указаніемъ общей цѣли ихъ и построенія исторіи японскаго языка. Одна изъ этихъ частныхъ работъ — изслѣдованіе музыкальнаго ударенія въ говорѣ города Токио — уже напечатана въ «Извѣстіяхъ» Императорской Академіи Наукъ. Подготавливается къ печати изслѣдованіе о Кіотскомъ говорѣ, говорѣ префектуры Нагасаки и др. Всѣ эти работы безъ особаго труда могутъ быть напечатаны въ Петроградѣ. Но среди частныхъ работъ Е. Д. есть одна, которую желательно было бы печатать въ Японіи. Это — фонетическій словарь Кіото-

скаго говора. Печатаніе его обойдется несравненно дешевле въ Японіи, чѣмъ могло бы обойтись здѣсь. Въ этомъ словарѣ Е. Д. собрали до 10000 словъ, записанныхъ общей фонетической транскрипціей, съ указаніемъ характернаго японскаго ударенія. Значенія словъ приведены японскими іероглифами.

«Такъ какъ Русскій Комитетъ для изученія Средней и Восточной Азіи не печатаетъ результатовъ организуемыхъ имъ предпріятій и не имѣетъ на этотъ предметъ суммъ, то онъ просилъ бы ассигновать до 300 руб. на напечатаніе этого изданія».

Положено разрѣшить печатаніе фонетическаго словаря Кіотскаго говора въ Японіи и выдать академику С. О. Ольденбургу на печатаніе этого изданія авансомъ подъ отчетъ 300 руб. изъ процентовъ съ капитала К. Т. Солдатенкова, состоящихъ въ распоряженіи Отдѣленія.

Академикъ Н. Я. Марръ читалъ:

«Въ Комисіи по составленію академическаго грузинскаго словаря, когда предстояло одобрить для напечатанія «Программу для собранія матеріаловъ по нарѣчіямъ и говорамъ грузинскаго, мингрельскаго, лазскаго и сванскаго языковъ» (1914. XV. 399), совмѣстную работу мою, І. А. Кипишдзе и А. Г. Шанидзе, выяснилось, что въ виду особенностей нелитературныхъ языковъ мингрельскаго, лазскаго и сванскаго программу, касающуюся грузинскаго языка и его говоровъ и составленную І. А. Кипишдзе и А. Г. Шанидзе, слѣдуетъ выдѣлить и напечатать отдѣльно, но въ то же время мнѣ представилось цѣлесообразнымъ использовать въ качествѣ сотрудниковъ всѣхъ желающихъ и могущихъ намъ сотрудничать, хотя бы свободно владѣющихъ лишь грузинскимъ языкомъ, и въ этихъ цѣляхъ русскій текстъ программы, весьма несложный, всего въ 8 страницъ, необходимо снабдить параллельнымъ изложеніемъ ея на грузинскомъ языкѣ, что и прошу Конференцію разрѣшить».

Разрѣшено, о чемъ положено сообщить академику Н. Я. Марру и въ Типографію.

Директоръ Музея Антропологии и Этнографіи просилъ Конференцію выразить благодарность генералу Отто Львовичу Радлову за принесенную имъ въ даръ Музею этнографическую коллекцію. Изъ числа пожертвованныхъ О. Л. Радловымъ въ отдѣлъ Китая предметовъ особую цѣнность представляютъ по работѣ старинныя коня изъ буддійскаго храма. Крайне рѣдки также старинныя охотничьи ружья китайской работы. Особенно цѣнными пріобрѣтеніями для Музея являются ружья на подобіе старинныхъ самопаловъ.

Кромѣ того, О. Л. Радловымъ принесено въ даръ Музею собраніе абиссинскаго оружія (28 предметовъ), среди котораго выдѣляются 2 кожаныхъ щита, металлическихъ дротики и 2 старинныхъ меча.

Положено благодарить жертвователя.

Директоръ Азіатскаго Музея доложилъ, что приватъ-доцентъ Императорскаго Петроградскаго Университета Б. Я. Владиміровъ принесъ въ даръ Азіат-

скому Музею 43 тетради монгольских и ойратских (калмыцких) рукописей, которые внесены въ Инвентарь 1913 г. за № 1482 и просиль приложенный имъ список напечатать въ «Извѣстіяхъ» подъ заглавіемъ «Новыя пріобрѣтенія Азіатскаго Музея».

Положено благодарить жертвователя, а список напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи подъ заглавіемъ «Новыя пріобрѣтенія Азіатскаго Музея».

Директоръ Азіатскаго Музея читалъ:

«Имѣю честь довести, что младшій ученый хранитель Азіатскаго Музея приватъ-доцентъ В. М. Алексѣевъ принесъ въ даръ Музею 16 эстампажей китайскихъ стѣлъ изъ Сваньфу п 2 — джурдженскаго письма, внесенныхъ въ Инвентарь 1913 г. №№ 1303 и 1308.

«Прилагаемый при семъ списокъ принесенныхъ въ даръ эстампажей предлагаю напечатать въ «Извѣстіяхъ» подъ заглавіемъ «Новыя пріобрѣтенія Азіатскаго Музея».

Положено благодарить жертвователя, а списокъ пожертвованныхъ г. Алексѣевымъ эстампажей напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. С. Ланпо-Данилевскій читалъ:

«Отъ лица «Carlsberg Fondet» завѣдующій изданіемъ «Tabeller over Skibsfart og Varetransport gennem Øresund» проф. Кр. Эрслевъ изъ Копенгагена представилъ обычный отчетъ о ходѣ работъ по снятію копій съ документовъ, ихъ группировкѣ и составленію таблицъ за 1913 годъ.

«Въ теченіе нынѣшняго года продолжалось снятіе копій съ таможенныхъ вѣдомостей, касающихся Сунда и Бельта: содержаніе ихъ съ 1720 года видимо осложняется, такъ какъ съ того времени означаются, кромѣ обычныхъ, еще грузы на корабляхъ изъ Швеціи и шведскихъ владѣній, да и составъ грузовъ вообще становится болѣе разнообразнымъ. Снятіе копій съ таможенныхъ вѣдомостей Сунда за 1693, 1698 и 1699 гг., начатое въ 1913—1914 г., завершено, а также окончены такія же работы надъ документами 1700—1711 и 1719—1721 гг.; приступлено къ списыванію данныхъ за 1730 и 1731 гг.; снятіе копій съ таможенныхъ вѣдомостей Бельта сосредоточилось на документахъ 1701—1712 и 1719—1721 гг.; всего принято во вниманіе 63.234 шкипера».

«Приведеніе въ порядокъ списаннаго матеріала по мѣсту происхожденія, отправленія и назначенія корабельныхъ грузовъ, распредѣленію ихъ движенія по мѣсяцамъ и т. п. обнимало 1687, 1691—1711 и 1719—1720 гг., при чемъ касалось 75.000 шкиперовъ».

«Составленіе таблицъ сводилось къ группировкѣ показаній о проѣзжавшихъ за 1685—1688 и 1690—1702 гг. корабляхъ, всего до 63.000, и о разовидностяхъ товаровъ за 1670 и 1680 гг. (начатой въ 1913—1914 гг.), а также за 1690—1700 и въ значительной мѣрѣ за 1710 годъ; разовидности товаровъ раз-

мѣщаются частью по мѣсту происхожденія, частью по мѣсту отправленія и назначенія кораблей.

«Въ совокупности вышеозначенныя работы, производившіяся подъ руководствомъ издательницы, продолжались 2033,25 часовъ въ Архивѣ и 3574,75 въ Бюро фонда, всего же 5608 часовъ».

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ С. О. Ольденбургъ доложилъ, что профессоръ Новороссійскаго Университета Гавріилъ Ивановичъ Тапфильевъ принесъ въ даръ Академіи тибетскіи кенлографы, полученный имъ отъ лица, пріѣхавшаго съ Дальняго Востока.

Положено благодарить профессора Г. И. Тапфильева, а книгу передать въ Азіатскій Музей.

Академикъ Н. И. Марръ читалъ:

«Въ прошломъ году мнѣ не удалось продолжить работу по абхазскому языку, которой я имѣю возможность посвящать пока лишь рождественское вакаціонное время. Чувствуя потребность въ возобновленіи этой работы, въ частности въ видахъ устраненія ряда недоумѣній, возникшихъ у меня при печатаніи маленькаго абхазско-русскаго словаря, и прошу Конференцію командировать меня на мѣсяць съ 15 декабря въ Черноморскую и Кубанскую области и въ Сухумскій округъ съ тѣмъ, чтобы на случай непреодолимой трудности при настоящихъ условіяхъ сообщенія проникнуть съ сѣвера въ Абхазію и имѣть возможность ознакомиться на мѣстѣ, по эту сторону Кавказскихъ горъ, въ Кубанской и Черноморской областяхъ, съ нарѣчіями, родственными съ абхазскимъ, а также съ черкесскимъ языкомъ. Въ то же время я прошу бы ассигновать мнѣ сумму на покрытіе расходовъ по командировкѣ, а также освѣдожить о ней мѣстныя власти».

Положено командировать академика Н. И. Марра, о чемъ сообщать въ Правленіе для исполненія. Вместе съ тѣмъ положено произвести соотвѣтствующія сношенія съ мѣстными властями.

ДОКЛАДЫ О НАУЧНЫХЪ ТРУДАХЪ.

О. О. Баклундъ. Кристаллическія породы съ сѣвернаго побережья Сибири. II. Породы западнаго побережья Таймырскаго полуострова. (Съ картой распределенія породъ, 6 таблицами и 15 рисунками въ текстъ). (H. Backlund. Les roches cristallines du littoral septentrional de la Sibérie. II. Les roches du littoral occidental de la presqu'île Tajmyr. Avec une carte pétrographique, 6 planches et 15 figures).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 20 января 1916 г. академикомъ А. П. Карпинскимъ).

Работа О. О. Баклунда представляетъ вторую часть его изслѣдованій обширныхъ петрографическихъ матеріаловъ, собранныхъ Русскою Полярною Экспедиціей, и обнимаетъ область отъ устья рѣки Пясины до мыса Челюскина. Въ обработку, кромѣ того, включены сборы съ земли Императора Николая II и Цесаревича Алексѣя, доставленные въ Геологическій Музей Гидрографической Экспедиціей Морского Вѣдомства, подъ начальствомъ флигель-адъютанта Б. А. Вилькицкаго.

Въ центральной части изслѣдованной области обнажается неправильной формы гранитный массивъ, имѣющій характеръ батолита. Главная его часть состоитъ изъ однообразнаго, сѣраго двуслюдяного гранита, съ небольшими отклоненіями дифференціаціоннаго характера въ сторону натроваго и калиеваго (отчасти пегматитоваго) гранита.

Гранититъ болѣе молодого, по сравненію съ гранитомъ, возраста играетъ подчиненную роль, выступая въ видѣ лакколита къ востоку отъ центральнаго массива.

Центральный гранитъ окруженъ ореоломъ кристаллическихъ сланцевъ, болѣе древнихъ по возрасту; по мѣрѣ удаленія отъ массива наблюдается слѣдующая смѣна: гранато-кордіеритовый, гранатовый, біотитовый и гранато-ставролитовый гнейсы; гранато-ставролитовый, гранатовый и нормальный двуслюдяные сланцы; біотитовый, гематитовый, анкеритовый, хлоритовый, шпритовый и углистый филлиты. Породы эти приняли свой современныи обликъ помимо контактоваго дѣйствія.

Гранититъ окруженъ ореоломъ породъ, имѣющихъ характеръ роговиковъ, но отличающихся отъ «нормальныхъ» контактовыхъ породъ развитіемъ роговообманковой фаци, вмѣсто пироксеновой, а именно антофиллитовыи и куммингтонитовыми породами, вмѣсто гиперстеновыхъ и діопсидовыхъ.

Цѣлый рядъ роговиковъ, какъ то кордіеритовый и біотитовый (съ той же замѣной пироксеновыхъ породъ роговообманковыми) до гроссуляро-амфиболовыхъ и эпидотовыхъ породъ включительно, по изученнымъ матеріаламъ не обнаруживаетъ прямой связи съ выходами изверженныхъ породъ, хотя контактовый характеръ ихъ едва ли подлежитъ сомнѣнію.

Въ изслѣдованной области намѣчаются четыре зоны крупныхъ тектоническихъ нарушений. Мощностъ этихъ зонъ, характеръ и интенсивностъ измѣненій, входящихъ въ нихъ породъ, какъ кристаллическихъ сланцевъ, такъ и породъ роговиковыхъ, заставляетъ въ Западномъ Таймырѣ предполагать страну широкихъ тектоническихъ перекрытій.

Положено напечатать въ «Запискахъ» Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ, въ серіи «Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи 1900—1903 гг.».

В. Бротерусъ, О. Кузенева и Н. Прохоровъ. Списокъ мховъ Амурской и Якутской областей. (V. Brotherus, O. Kuzeneva et N. Prochorov. Liste des mousses provenant des provinces d'Amour et de Yakutsk).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 20 января 1916 г. академикомъ И. П. Бородинымъ).

Работа содержитъ краткій перечень маршрутовъ, совершенныхъ въ Амурской области Н. И. Прохоровымъ и О. И. Кузеновой въ экспедиціяхъ Переселенческаго вѣдомства и командированной по Высочайшему повелѣнію Амурской за періодъ 1908—1911 гг. Изслѣдованія охватили бассейны средняго теченія рѣки Амура, бассейны средняго и верхняго теченія рѣки Зей и югъ Якутской области въ предѣлахъ Яблоноваго хребта. Приводится краткая характеристика посѣщенной территоріи въ отношеніи орографическомъ, почвенномъ, климатическомъ, ботаническомъ и отмѣчаются главнымъ образомъ основныя черты распространенія мховъ и ихъ роль въ растительности края. Помимо маршрутныхъ наблюденій надъ мхами произвоились и стаціонарные изслѣдованія.

Списокъ содержитъ 178 видовъ, изъ нихъ 7 новыхъ, и болѣе полутора тысячъ мѣстопахожденій.

Коллекція обработана В. Ф. Бротерусомъ, а матеріалъ, относящійся къ *Sphagnales*, въ большей своей части Г. Лидберггомъ.

Въ концѣ приводится сводная таблица мховъ по ихъ мѣстообитанію.

Къ работѣ прилагаются 4 таблицы новыхъ видовъ и 3 фотографіи.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Краткій отчетъ о совершенной въ 1915 г. поѣздкѣ въ Ляпинскій край Тобольской губ.

Б. Н. Городкова.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 20 января 1916 г.).

Продолжая ботанико-географическое изслѣдованіе Тобольской губ., я въ 1915 г. на средства Императорской Академіи Наукъ совершилъ поѣздку въ Ляпинскій край. Приготовленія къ ней начались еще зимой прошлаго года, когда я, въ отвѣтъ на свое письмо, получилъ отъ Березовскаго исправника Л. Н. Ямзина свѣдѣнія о наиболѣе удобныхъ способахъ сообщенія между г. Березовомъ и Сарап-науломъ, крупнымъ селеніемъ на р. Ляпинѣ, вблизи Урала.

Изъ Петрограда удалось выѣхать только 29 мая. Начало іюня было посвящено подготовкѣ къ поѣздкѣ въ г. Тобольскѣ, куда еще раньше выѣхалъ приглашенный мною въ качествѣ помощника студентъ Петроградскаго Университета Н. С. Юрцовскій. Главная часть снаряженія была получена изъ Ботаническаго Музея Академіи Наукъ и изъ Переселенческаго Управленія, благодаря любезности Б. А. Федченко. Въ Тобольскѣ же пришлось готовить только то, что было неудобно везти изъ Петрограда, какъ-то: ящики, провизію, часть ботаническаго и почвеннаго снаряженія и т. п. Кромѣ того, здѣсь же я пытался нанять рабочихъ, но это не удалось. 13 іюня, съ первымъ пароходомъ, я выѣхалъ изъ Тобольска въ Березовъ, куда Юрцовскій, дожидавшійся въ Тобольскѣ аперондовъ изъ Николаевской Физической Обсерваторіи и зоологическаго снаряженія изъ Музея Академіи Наукъ, долженъ былъ прибыть со слѣдующимъ пароходомъ, выходявшимъ черезъ 2—3 дня. Плаваніе на буксирномъ пароходѣ, дѣлавшемъ продолжительныя остановки на попутныхъ пристаняхъ, продолжалось 9 дней. За это время мнѣ удалось пополнить свои прошлогодніе ботаническіе сборы въ нѣкоторыхъ селеніяхъ по р. Оби. Прибывъ въ

Березовъ 22 іюня, я совершилъ однодневную поѣздку на земскомъ пароходѣ въ с. Полноватское. Вернувшись оттуда, я уже засталъ въ Березовѣ Юрцовскаго, который привезъ аперонды, но не могъ дожидаться зоологическаго снаряженія. Въ этотъ же день (24 іюня), къ вечеру, на земскомъ пароходѣ «А. Стапкевичъ», отправлявшемся въ с. Самаровское, мы выѣхали вверхъ по р. Сосвѣ до юртъ Шайтанскихъ, гдѣ и были высажены вмѣстѣ съ двумя рабочими, нанятыми на пароходѣ. Дальѣйшее путешествіе производилось земскою гоньбой на двухъ большихъ лодкахъ. Плыли день и ночь безостановочно и мѣняя только гребцовъ, мы рано утромъ 1 іюля прибыли въ Саран-пауль. По пути удалось сдѣлать только небольшіе ботаническіе сборы. Два дня заняли приготовленія къ поѣздкѣ на Уралъ, наемъ проводника вогуга и еще одного рабочаго — зырянина, выборы подходящей лодки, обследованіе окрестностей, учрежденіе временной метеорологической станціи. 3 іюля бечевою мы двинулись вверхъ по р. Ляппу, а 4-го уже вошли въ р. Манью. 6-го появился первый перекалъ, а 7-го пересѣкли рѣзкую границу между лѣснымъ Ураломъ и низменностью. Дальѣйшій путь по мѣрѣ подъема въ Уралъ становился все труднѣе и труднѣе, благодаря порогамъ, по которымъ рабочимъ приходилось тащить лодку на рукахъ по полямъ въ водѣ. Во все время пути мною производились ботанико-географическія и почвенныя изслѣдованія какъ въ долинѣ рѣки Маньи, такъ и на ограничивающихъ ее хребтахъ. Студентъ Юрцовскій велъ метеорологическія наблюденія и занимался при моей помощи сушкой растений. Въ свободное время мною дѣлались возможные безъ спеціальнаго снаряженія зоологическіе сборы (почти исключительно бабочекъ), а съ 11-го іюля я началъ стемку Маньи помощью шагометра и компаса, идя по берегу ея. 13 іюля вечеромъ мы настолько поднялись по сильно уменьшившейся рѣкѣ, что дальѣйшій путь на лодкѣ сдѣлался невозможнымъ. Здѣсь рѣшено было сдѣлать болѣе продолжительную остановку, чтобы произвести изслѣдованія въ горномъ (безлѣсномъ) Уралѣ, на границѣ котораго мы находились. На слѣдующій же день мы покинули палатки и направились вверхъ по Маньѣ къ высокой сопкѣ Сале-урр-ойка. Подожія ея, послѣ труднаго пути, достигли вечеромъ 14 іюля. Перепочевавъ выше границы лѣса, утромъ, несмотря на сильный вѣтеръ и моросившій дождь, мы рѣшили подняться на вершину Сале-урр-ойка. Трудности подъема устали рабочихъ и они отказались слѣдовать дальше, дойдя только до перваго зубца хребта. Дальѣйшій подъемъ былъ совершенъ мною вдвоемъ съ Юрцовскимъ, причемъ намъ удалось достигнуть вершины сопки, несмотря на покрывавшія ее облака. По пути производились какъ ботанико-географическія наблюденія, такъ и

связанныя съ ними гипсометрическія опредѣленія помощью анероида и гипсотермометра. Вечеромъ мы благополучно спустились уже по другому пути къ мѣсту пашей стоянки, гдѣ и заночевали. Ночью начался сильный дождь, который продолжался весь день, сильно затрудняя ботаническіе сборы и обратный путь къ палаткамъ въ долину Мань. 17 іюля провели въ палаткахъ за разборкой матеріаловъ, 18-го производилось изслѣдованіе сосѣдней сопки съ безлѣсной вершиной, а 19-го отправились пѣшкомъ въ горный Уралъ по лѣвому берегу Мань къ ея верховьямъ. Вечеромъ достигли довольно значительной сопки на водораздѣлѣ рѣкъ Манья и Порна-я; она была изслѣдована на другой день. Прибывъ ночью на стоянку, мы слѣдующій день посвятили разборкѣ матеріаловъ и подготовкѣ къ обратному пути. 22 іюля быстро поплыли внизъ по вздувшейся отъ дождя Манѣ, въ одинъ день сдѣлавъ $3\frac{1}{2}$ перегона передняго пути. Дальнѣйшій путь нѣсколько задерживался изслѣдованіями и съемкой шагомѣромъ. Послѣдняя продолжалась до перваго порога на Манѣ, откуда я началъ уже лодочную съемку посредствомъ компаса и часовъ. 26-го вечеромъ, при сильномъ дождѣ, мы прибыли въ Саран-паулъ, гдѣ и остановились въ палаткахъ. 27 іюля провели въ селеніи, а 28-го, нанявъ лошадь съ партами, я отправился въ Уралъ по Сибиряковской дорогѣ. Юрцовскій остался въ селеніи, занявшись экономическимъ обследованіемъ населенія, главнымъ образомъ интересовавшимъ меня вопросомъ о взаимоотношеніи между пришлыми зырянками и мѣстными инородцами-вогулами. Преодолевъ довольно значительныя трудности, благодаря совершенно разрушенному болотистому тракту и плохой погодѣ, я перевалилъ въ Вологодскую губернію вечеромъ 31 іюля, а 1 августа отправился обратно. По пути, кромѣ общихъ ботаническихъ и почвенныхъ изслѣдованій, была составлена ботанико-географическая карта пройденнаго пространства, приуроченная къ барометрической нивелировкѣ посредствомъ анероида. Въ Саран-паулъ я вернулся 3 августа, а 4-го уже удалось выѣхать внизъ по Ляшину. Плохая погода и сильный дымъ отъ дальнихъ пожаровъ затрудняли дальнѣйшій путь. Особенно отразилось это на количествѣ фотографическихъ снимковъ и отчасти на съемкѣ. 9 августа мы вошли въ рѣку Сосву, а 18-го вечеромъ прибыли въ Березовъ. 22-го пришелъ земскій пароходъ, который долженъ былъ совершить рейсъ до села Сортыннинскаго на Сосвѣ. Желая дополнить и исправить свою съемку, я отправился на немъ снова по рѣкѣ Сосвѣ. Выѣхать на Самарово удалось только утромъ 27 числа. Въ Тобольскѣ мы были 3 сентября. Здѣсь я пробылъ $2\frac{1}{2}$ дня, занимаясь разборкой и укупоркой собранныхъ матеріаловъ. Въ Петроградъ прибылъ 11 сентября.

За все время поѣздки была обследована въ ботанико-географическомъ и почвенномъ отношеніи мѣстность вдоль Сосвы и Ляппа до устья Маны и по рѣкѣ Маны до ея верховьевъ, а также Сибиряковскій трактъ до Европейско-Азіатскаго водораздѣла. Между прочимъ, была опредѣлена въ нѣсколькихъ пунктахъ высота границы лѣса на Уралѣ, верхнія границы главныхъ древесныхъ породъ и нѣкоторыхъ растительныхъ формаций (напримѣръ, торфяниковъ съ сосной), а также восточная граница своеобразныхъ рямовыхъ кедровниковъ на торфяникахъ. Закономѣрное распредѣленіе растительныхъ формаций по долинамъ рѣкъ Западно-Сибирской низменности, служившее цѣлью моихъ изслѣдованій въ прошедшіе годы, вполне подтверждено наблюденіями и нынѣшняго лѣта. Были произведены также нѣкоторыя біологическія наблюденія надъ кедромъ и сосной, которыя привели къ выводамъ, объяснившимъ причину исчезновенія сосны на торфяникахъ сѣвернѣе и восточнѣе извѣстнаго предѣла и присутствія кедра на сѣверныхъ стагнировыхъ болотахъ. Собрано около 2000 листовъ гербарія, а также небольшая коллекція различныхъ *Polyporaceae* и *Agaricaceae*. Считаю необходимымъ замѣтить, что необычайно ранняя весна и дождливая вторая половина лѣта отразились въ плохую сторону на сборахъ. Почвенныя изслѣдованія привели къ необходимости значительнаго перемѣщенія западной границы области ослабленнаго подзолообразованія (скрыто-подзолстой) на востокъ — за рѣку Обь. Образцы почвъ (6 монолитовъ и нѣсколько мѣшковъ) переданы въ Докучаевскій Почвенный Музей.

Съемка всего пройденнаго пути должна значительно пополнить и исправить существующія карты Ляппскаго и Сосвинскаго края.

Студентомъ Юрцовскимъ собранъ довольно значительный матеріалъ, касающійся быта зырянъ и русскихъ въ Ляппскомъ краѣ и ихъ попытокъ развитія огородничества и хлѣбопашества. Имъ же велись метеорологическія наблюденія за время поѣздки. Кромѣ вышеуказаннаго, мною сдѣлано 88 фотографическихъ снимковъ, преимущественно растительности края, и привезены небольшія зоологическія коллекціи, переданныя въ Зоологическій Музей Императорской Академіи Наукъ. На средства Тобольскаго Губернскаго Музея произведены покупки вещей, характеризующихъ бытъ вогуловъ Сосвы и Ляппа. Вещи переданы въ названный музей.

Nostoc coeruleum Lyngb. Строение его таллома и размноженіе.

И. Михайлова.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 2 сентября 1915 г.)

Въ нижеприводимомъ списокѣ литературы, какъ въ руководствахъ общаго характера, такъ и въ оригинальныхъ статьяхъ описывается размноженіе рода *Nostoc* посредствомъ «гормогоній». Этотъ процессъ свойственъ какъ аморфнымъ *Nostoc*'амъ, такъ и шаровымъ, у послѣднихъ онъ описывается какъ болѣе сложный.

Мною разслѣдованы два вида *Nostoc*'а: 1) *N. pruniforme* Agardh и *N. coeruleum* Lyngb, преимущественно второй видъ, очень удобный для микроскопическаго изслѣдованія вслѣдствіе незначительнаго размѣра его таллома (отъ 3—5 мм.); этотъ *Nostoc* прозраченъ въ слѣдствіе отсутствія на его поверхности налета постороннихъ микроорганизмовъ.

Разслѣдованіе строенія производилось на срѣзахъ, сдѣланныхъ отъ руки; консистенція живыхъ шаровъ такова, что при извѣстномъ навыкѣ, удается получить отличные срѣзы, не прибѣгая ни къ фиксаціи, ни къ микротому. Микроскопическихъ реакцій не производилось (за исключеніемъ окраски реактивомъ Гаппштейна на слизь).

Результаты разслѣдованія получились слѣдующіе: талломъ независимо отъ его величины и состоянія жизнеспособности оказался построеннымъ изъ совершенно гомогенной слизи и массы заключенныхъ въ ней четковидныхъ нитей синезеленой водоросли; слоистости въ слизи не замѣчалось. Реактивъ Гаппштейна сильнѣе окрашиваетъ слизь въ поверхностномъ слоеѣ. Въ этомъ же слоеѣ находятся и включенныя въ нею нити водоросли; подойдя къ поверхностному слою онѣ либо тянутся по нормали къ поверх-

пости таллома, либо образуютъ петлю, тоже расположенную по нормали къ поверхности.

Въ теченіе всего лѣта, начиная съ іюня до конца августа, происходитъ дѣленіе и почкованіе *Nostoc*'а (см. рис. таб. I. № 1—7 и таб. II. № 1—9).

Большое количество талломовъ *Nostoc*'а было принесено 7-го іюля въ лабораторію и помѣщено въ чашку Коха: къ 26-му іюлю большинство дѣлившихся особей распалось на дочернія особи; почкующія образовали почки.

Кромѣ этого макроскопическаго наблюденія производились многократныя микроскопическія наблюденія отдѣльных, какъ дѣлящихся такъ и почкующихъ талломовъ; на перенесенныхъ въ микроакваріумъ *Nostoc*'ахъ удалось прослѣдить за ходомъ этого процесса на одномъ и томъ же экземплярѣ (см. рисунки и ихъ описанія на прилагаемыхъ таблицахъ).

10-го VII 1915 г. принесена проба матеріала. 13-го взяты и помѣщенъ въ микроакваріумъ уже вытягивающійся по длинной оси талломъ *N. soredium*; величина 3 мм. (Рис. Т. I № 1). Уже 14-го VII къ 10 ч. у. можно было обнаружить слѣдующее: форма таллома овальная, процессъ роста идетъ быстро — перетяжка ясно намѣтилась (Рис. 2 Таб. I).

15-го VII 12 ч. 30 м. «Форма бисквитообразная; процессъ идетъ энергично: перетяжка углубляется. Петли нитей и нити у поверхностного слоя лежатъ по нормалямъ. Слой нитей въ плоскости дѣленія становится болѣе рыхлымъ. Видны промежутки между отдѣльными нитями и петлями. Связь между раздѣляющимися талломами поддерживается 40—50 нитями (Таб. I Рис. 2; нити зарисованы не все)».

16-го VII, 11 час. у. «Талломъ сильно перетянутъ; связь между дѣлящимися талломами поддерживается 18 нитями; можно наблюдать раздѣленіе нитей на два участка. Расхожденіе сопровождается вынаденіемъ гетероцистъ изъ нити или разрывами нитей. Слой нитей въ области перетяжки разрыхленъ очень сильно.» (Рис. Т. II № 30).

16-го VII, 7 ч. в. «Перетяжка утончилась очень немного. Видны расхожденія нитей, которыя разойдясь образуютъ петлю и вытягиваются по нормалямъ». (Рис. 3, Таб. I).

17-го VII, 12 ч. д. «Перетяжка еще утончилась; идутъ разрывы нитей». (Рис. 4, Т. I).

17-го VII, 6 ч. в. «Перетяжка очень тонка; связь поддерживается лишь двумя нитями. Дочернія особи округлой формы». (Рис. 5, Таб. I).

18-го VII, 1 ч. дня. «Материнская особь подѣлилась на двѣ дочернія, связь между ними поддерживается лишь тонкимъ слоемъ слизи». (Рис. 6, Таб. I).

19-го VII (въ теченіе всего дня). «Дочернія особи находились въ контактѣ».

20-го VII. «Дочернія талломы подѣ влияніемъ тока воды въ микроакваріумѣ распались.» (Рис. 7, Таб. I).

Почкованіе встрѣчается значительно рѣже и притомъ у талломовъ болѣешихъ по объему; въ нѣкоторыхъ случаяхъ наблюдалось массовое нѣтъ почкованіе съ одной, двумя, тремя и четырьмя почками. (Рис. №№ 1—9, Т. II). Удавалось прослѣдить всѣ переходы отъ почкованія къ дѣленію.

Одинъ талломъ *Nostoc*'а съ тремя почками (Рис. 9, Т. II) былъ 7. VII помѣщенъ для наблюденія въ микроакваріумѣ. Почка С — въ начальной стадіи процесса — перетяжка еще не рѣзкая. Почка В дальнѣйшая стадія процесса: перетяжка сильно врѣзалась въ талломъ; нити и петли лежатъ по нормалямъ, видно разрыхленіе въ зонѣ дѣленія; только 24 нити связываютъ почку В съ материнской частью. Почка А — послѣдняя стадія дѣленія: перетяжка почти закончена и въ тяжкѣ слизи видна одна нить къ 11 ч. у. 8-го VII эта почка отпала отъ таллома. Почка В, пройдя всѣ стадіи дѣленія, тоже отдѣлилась и 10-го VII лежала въ микроакваріи отдѣльно. Почка С была умышленно повреждена (надрѣзанъ поверхностный слой) и къ 12-му VII началось ея сильное разложеніе.

Приведенныя выше наблюденія даютъ возможность сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Шаровые *Nostoc*'и построены изъ слизи съ включенными въ нее нитями водоросли; они обладаютъ индивидуальной структурой, ростомъ и размноженіемъ.

Списокъ литературы.

1. Borge, O. «Nordamerikanische Süßwasseralgen». Ark. Bot. Stockho'm № 8. 1909.
2. Bouilliac, R. «Sur la végétation du *Nostoc punctiforme* en présence de différents hydrates de carbone». Paris. C. R. Ac. sc. 133. 1901.
3. Engler, A. und Prantl, K. «Die natürlichen Pflanzenfamilien». 1898. Т. I. Ab. I. p. 72—74.
4. Hieronymus, G. «Beiträge zur Morphologie und Biologie der Algen». (Cohn. Beit. z. Biol. d. Pflanz. Bd. 5. 1892. p. 461—495).
5. Kirchner, O. Kryptogamen-Flora von Schlesien. 1878.
6. Bornet, E. et Flahault, Ch. «Revision des *Nostocacés heterocystes*». Ann. des sc. nat. ser. T. III. VII. 1886—88.
7. Rabenhorst. «Flora Europaea Algarum». S. II. 1865.
8. de Bary, A. «Beitrag zur Kenntnis der Nostocaceen». Flora. 1863.
9. Kützing, E. Tabulae Phycologicae. Bd. I. II. 1845. 1852.
10. Nägeli, G. Gattungen einzelliger Algen. 1849.

Объясненія къ таблицамъ.

Всѣ рисунки съ микроскопическихъ препаратовъ сняты съ помощью рисовальнаго аппарата Аббе при увеличеніи въ 97 разъ (система Цейсса А и окуляръ № 4). Общій видъ таллома *Nostoc'u* разсматривался надъ луной съ увеличеніемъ въ 16 разъ.

Таблица I.

Рис. 1—7. Стадіи дѣленія *Nostoc coeruleum* Lyngb.

Рис. 1а—7а. Микроскопическія картины тѣхъ же стадій развитія этого организма.

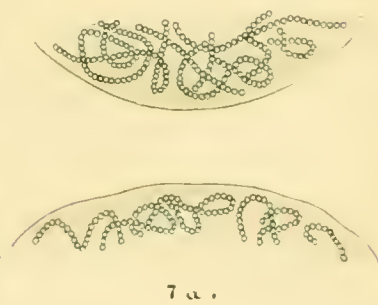
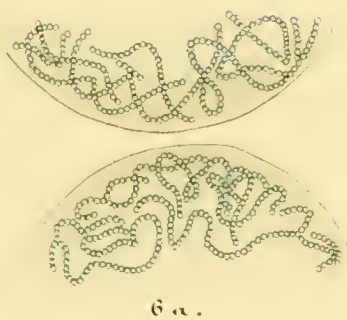
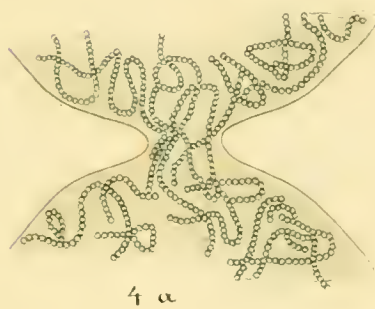
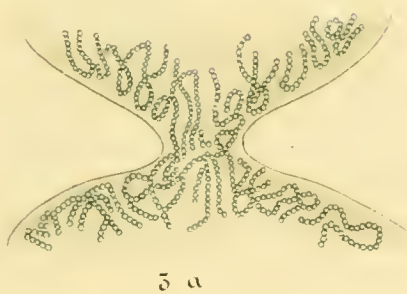
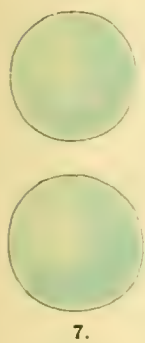
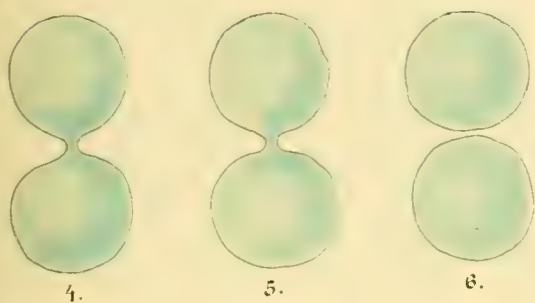
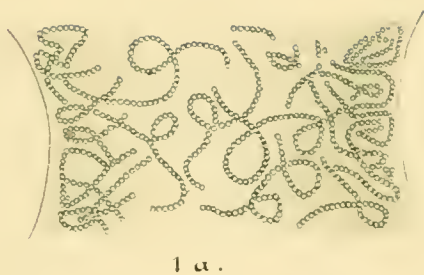
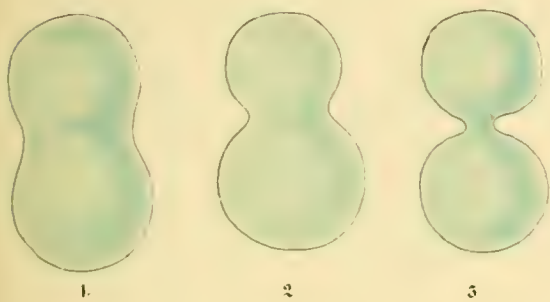
Таблица II.

Рис. 1—9. Стадіи почкованія *Nostoc coeruleum* Lyngb.

Рис. 9а. Микроскопическая картина почкованія *Nostoc'u*, изображеннаго на рис. 9.

Рис. 10 и 10а. Стадіи дѣленія *Nostoc coeruleum* Lyngb.

U. Murairob. *Nostoc caeruleum* Lynghye



Руч. Мария Серб

Μαδ. I.



1.



2.



3.



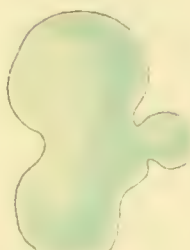
4.



5.



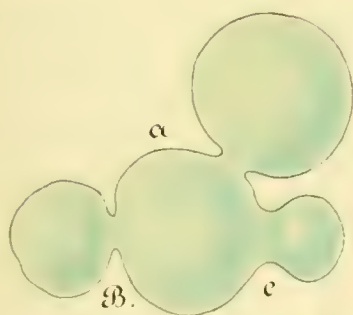
6.



7.

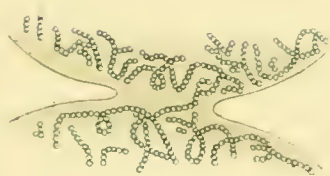


8.



β.

γ.



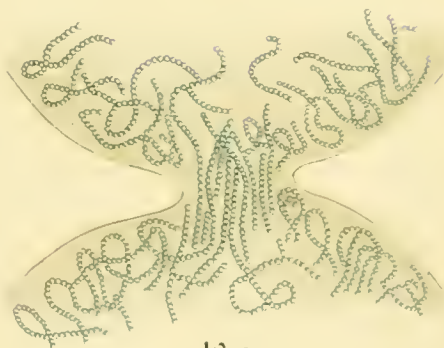
α



10.



9.



10 a.

Оглавление. — Sommaire.

	СТР.		PAG.
Извлечения изъ протоколовъ засѣданій Академіи	57	*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	57
Приложеніе: Докладъ Комиссіи по обсужденію нѣкоторыхъ вопросовъ, касающихся преподаванія математики въ средней школѣ	66	*Appendice: Rapport de la Commission concernant certaines questions de l'enseignement des mathématiques dans l'école secondaire.	66
Доклады о научныхъ трудахъ:		Comptes-Rendus:	
О. О. Баклундъ. Кристаллическія породы съ сѣвернаго побережья Сибиріи. II. Породы западнаго побережья Таймырскаго полуострова. (Съ картой распредѣленія породъ, 6 таблицами и 15 рисунками въ текстѣ).	89	*Н. Backlund. Les roches cristallines du littoral septentrional de la Sibirie. II. Les roches du littoral occidental de la presqu'île Tajmyr. (Avec une carte pétrographique, 6 planches et 15 figures dans le texte).	89
В. Бротерусъ, О. Кузенева и Н. Прохоровъ. Списокъ мховъ Амурской и Якутской областей.	90	*V. Brotherus, O. Kuzeneva et N. Prochorov. Liste de mousses des provinces d'Amour et de Jakutsk.	90
Б. Н. Городковъ. Краткій отчетъ о совер- шенной въ 1915 г. поѣздкѣ въ Ля- пинскій край, Тобольской губ. . . .	91	*B. Gorodkov. Rapport préliminaire sur une excursion dans la contrée de Liapine du gouvernement Tobolsk en 1915. . . .	91
Статьи:		Mémoires:	
И. Михайловъ. <i>Nostoc coeruleum</i> Lyngb. Строеніе его таллома и размноженіе. (Съ 2 таблицами).	95	*И. Michajlov. <i>Nostoc coeruleum</i> Lyngb. Structure de son thallome et sa repro- duction. (Avec 2 planches).	95

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Январь 1916 г. Непрерѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

1916.

NOV 29 1922

№ 3.

4505

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

15 ФЕВРАЛЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

15 FÉVRIER.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

с.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI серия) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое июня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подлѣ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленные къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена въ указанный трехдневный срокъ; въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго номера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленные къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ нѣтъ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимаетъ на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ номерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти оттисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать оттиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ оттисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ оттисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учрежденіямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у комиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

Фельдшпатизація известняковъ.

П. А. Земятченскаго.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 20 января 1916 г.).

До настоящаго времени имѣется нѣсколько работъ, въ которыхъ встрѣчаются указанія на нахожденіе полевыхъ шпатовъ, въ видѣ новообразованій, въ условіяхъ исключаяющихъ участіе сильно дѣйствующихъ метаморфизирующихъ агентовъ — высокой температуры, большого давленія, пневматолита и пр., именно въ породахъ осадочныхъ, на которыхъ если и видно вліяніе метаморфическихъ процессовъ, то только такихъ, какія имѣютъ мѣсто въ обычныхъ условіяхъ наружной части земной коры. Такъ Ch. Lory¹ встрѣтилъ ортоклазъ и альбитъ въ юрскихъ известнякахъ восточныхъ Альпъ. М. L. Cayeux² нашелъ и описалъ въ мѣлу кристаллы только ортоклаза. Онъ приводитъ рядъ соображеній и обстоятельствъ, доказывающихъ образованіе этихъ кристалловъ *in Situ* и отмѣчаетъ нѣкоторую связь ихъ съ количествомъ зеренъ глаукопита. Авторъ настоящей замѣтки описалъ нахожденіе ортоклаза и микроклина въ бурыхъ желѣзнякахъ г. Липецка³. Большую и обстоятельную статью по данному вопросу далъ M. F. Grand-

¹ Ch. Lory. Étude sur la constitution et la structure des massifs de chistes cristallins des Alpes occidentales. Grenoble. 1889, p. 10—11. Также: C. R. 1886, p. 309.

² M. L. Cayeux. C. R. 1895, p. 1068. Также: Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires. Lille. 1897. — A. Lacroix (Minéralogie de la France, 1897, p. 113) пошлѣдному присоединяется къ мнѣнію M. L. Cayeux. — Э. Огъ, которому, конечно, были извѣстны изслѣдованія Cayeux, полагаетъ, что полевые шпаты могутъ образоваться въ глинистыхъ известнякахъ при высокихъ температурахъ и давленіи (Э. Огъ. Геологія. 1915; русскій переводъ, стр. 312). Я. В. Самойловъ, описавъ альбитъ съ Успенскаго рудника на Уралѣ, уклончиво касается вопроса о нахожденіи полевыхъ шпатовъ въ осадочныхъ породахъ внѣ вліянія эруптивныхъ породъ. Bull. des Natur. de Moscou 1899 г. № 1, стр. 151.

³ П. Земятченскій. О кристаллахъ ортоклаза и микроклина въ буромъ желѣзнякѣ и гидротермітѣ изъ окрестностей г. Липецка. Тр. СІВ. Общ. Естествоисп. Т. XXXIV, в. 1-й. Также: Zeitschr. f. Kryst. 1904. 39 Bd. 4 Ht. S. 379.

jean¹. М. F. Grandjean изслѣдовалъ 60 различныхъ известняковъ юрской, мѣловой и третичной системы. Изъ нихъ въ пяти констатировалъ присутствіе полевого шпата, именно ортоклаза, микроклина и анортклаза, въ качествѣ новообразованій. М. F. Grandjean отмѣчаетъ своеобразныя особенности внутренняго строенія кристалловъ полевого шпата, не встрѣчающіяся въ полевыхъ шпатахъ изверженныхъ породъ.

Очень интересны находки кристалловъ полевого шпата (ортоклазъ, микроклинъ и альбитъ), сдѣланныя А. Е. Ферсманомъ и П. А. Борисовымъ² въ доломитизированныхъ кристаллическихъ известнякахъ. Однако находки эти относятся къ области значительно метаморфизованной. Вслѣдствіе этого сами авторы находокъ не высказываютъ опредѣленнаго взгляда на ихъ происхожденіе. Одно только, какъ мнѣ кажется, несомнѣнно, что въ послѣднемъ случаѣ полевые шпаты образовались въ условіяхъ, нѣсколько отличныхъ отъ образованія ихъ въ известнякахъ, описанныхъ выше.

М. Kišpatić³ изслѣдовалъ пески и «terra rossa» съ острова Sansego (Сусакъ) близъ Люссина и нашелъ въ нихъ цѣлый рядъ минераловъ, между которыми полевой шпатъ встрѣченъ всюду. Пески эти и «terra rossa», по мнѣнію автора, въ противоположность мнѣнію Salmojrighi⁴, произошли вслѣдствіе выщелачиванія мѣстныхъ известняковъ, какъ это наблюдалъ Fr. Tučan⁵ на известнякахъ въ карстовой области Кроаціи.

C. Reidemeister⁶, описывая соленосныя глины и доломиты, приходитъ къ заключенію, что вѣроятно въ глинахъ присутствуютъ полевые шпаты и что послѣдніе образовались здѣсь воднымъ путемъ.

R. Görgеy⁷ называетъ мнѣніе C. Reidemeister'a о возможности происхожденія полевыхъ шпатовъ воднымъ путемъ при обыкновенныхъ

¹ M. F. Grandjean. Le feldspath néogène des terrains sédimentaires non métamorphiques. Bull. de la Soc. franç. de Minéral. T. XXXII; p. 103. 1909.

² А. Е. Ферсманъ. Флогопитъ и альбитъ изъ ледник. валуновъ Московской губ. ПИИ. 1910, 733.

П. А. Борисовъ. Кристаллы полев. шпата и слюды въ долом. изъ окрест. Понѣнца. Тр. СИБ. Общ. Естеств. XL. 1909; стр. 24.

³ M. Kišpatić. Der Sand von der Insel Sansego (Susak) bei Lussin und dessen Herkunft. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1910 294 — 305.

⁴ Salmojrighi. Sull' origine Padana della Sabbia di Sansego nel Quarnero. R. Ist. Lombardo d. Sci. e lett. Milano. 11. 1907. Цитаты взяты изъ реферата въ N. I. f. Miner., 1913; I Bd., 3 Hf. p. 440.

⁵ Fr. Tučan. Die Kalksteine und Dolomite des kroatischen Karstgebietes. Ann. geol. d. l. peninsule balcanique. Belgrad.

⁶ C. Reidemeister. Ueber Salztone und Plattendolomite etc. Kali 1912, pag. 226 — 295.

⁷ R. Görgеy. Zur Kenntniss der Kalisalzlager von Wittelsheim im Ober-Elsass. Tscherms. Min. Mitteil. 1912; XXXI. Bd. IV, 339.

температурныхъ условіяхъ смѣлымъ и ни чѣмъ необоснованнымъ предположеніемъ, и прибавляетъ, что «вообще при чрезвычайной важности этого вопроса требуется особенная осторожность».

Такимъ образомъ изъ имѣющихся данныхъ вытекаетъ, что нѣтъ единства въ признаніи возможности образованія полевыхъ шпатовъ воднымъ путемъ при самыхъ обычныхъ условіяхъ температуры и давленія. Кромѣ того существующія указанія, исключая работу Grandjean'a, имѣютъ случайный характеръ. Изъ этихъ работъ совершенно не видно, насколько распространѣн процессъ фельдшпатизаціи, если онъ существуетъ, въ какой мѣрѣ выраженъ количественно, и насколько разнообразны полевые шпаты, образующіеся при указанныхъ условіяхъ.

Хотя изъ изслѣдованій Grandjean'a и можно вывести заключеніе о малой распространенности случаевъ новообразованіи полевыхъ шпатовъ въ известнякахъ, такъ какъ изъ 60 изслѣдованныхъ имъ образцовъ, только въ пяти найденъ былъ полевой шпатъ. Однако, какъ видно будетъ ниже, такое заключеніе было бы совершенно неправильно. Напротивъ процессъ фельдшпатизаціи оказывается весьма распространенъ и нѣдко выраженъ въ количественномъ отношеніи весьма значительно.

Кромѣ того выясняется связь фельдшпатизаціи между прочимъ съ возрастомъ породы. Въ самыхъ молодыхъ известнякахъ (третичныхъ) фельдшпатизація или совсѣмъ не видна или выражена чрезвычайно слабо и сомнительна.

Мною были изслѣдованы известняки изъ разныхъ мѣстностей Россіи, принадлежащія силурійской, девонской, каменноугольной, пермско-каменноугольной, мѣловой и третичной системамъ. Для изслѣдованія бралось значительное количество породы (обыкновенно 100 — 200 гр.); навѣска обрабатывалась слабой HCl при комнатной температурѣ до прекращенія выдѣленія углекислага газа. Нерастворившійся остатокъ декангировался чрезъ сутки. Затѣмъ приливалось значительное количество воды и послѣдовательно производились сливанія чрезъ опредѣленные промежутки времени: 1—2 мин., 10 мин. и 24 часа. Промытыя фракціи собирались и взвѣшивались. Каждая фракція подвергалась микроскопическому изслѣдованію, а нѣкоторыя кромѣ того были подвергнуты также химическому анализу.

I. *Силурійскій известнякъ съ р. Поповки изъ окрестностей г. Павловска* (Петроградской губ.).

Для изслѣдованія взяты красноватый зернистый известнякъ, образующій прослойки въ нижнихъ частяхъ разрѣзовъ, наблюдаемыхъ по рѣкѣ Поповкѣ у села Пязелева. Известнякъ мѣстами плотный, мѣстами (во вѣнш-

нихъ частяхъ прослоекъ) довольно пористый, зернистый; состоитъ изъ кристалликовъ (мелкихъ ромбоэдровъ) и кристаллическихъ зеренъ *анкерита* буровато-краснаго цвѣта. Въ мелкихъ пустотахъ породы видны одиночные довольно крупные кристаллы *кальцита* призматической формы. Въ зернистой массѣ мѣстами имѣются пятна зеленоватаго цвѣта землистаго строенія. Мѣстами замѣтны слѣды окаменѣлостей. Порода содержитъ значительное количество магнезій, что указываетъ на доломитовый ея характеръ.

При отмучиваніи очень быстро осѣдаетъ небольшое количество (всего 0,13%) тяжелыхъ и болѣе крупныхъ частицъ. Подъ микроскопомъ видно, что главную массу составляютъ зеленые зерна *глаукогита*. Къ нимъ примѣшиваются сростки мелкихъ кристалликовъ *турита*, а можетъ быть и *марказита* и, наконецъ, безцвѣтные зерна и осколки, среди которыхъ изрѣдка встрѣчаются правильно образованные кристаллики *полевого шпата*. Всѣ они имѣли ромбоидальныя очертанія, проявляли слабую интерференціонную окраску (сѣрый цвѣтъ 1-го порядка), иногда едва замѣтную. Двойниковыхъ образованій встрѣчено не было.

Вторая фракція отмученныхъ частицъ, осѣвшая въ теченіе 4—5 минутъ, составляла 1% отъ взятаго количества известняка. Она имѣла слабый

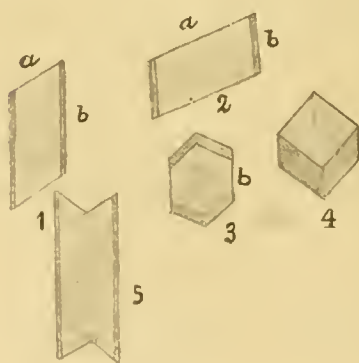


Рис. 1.

розоватый оттѣнокъ. Подъ микроскопомъ частицы оказались состоящими главнымъ образомъ изъ осколковъ безцвѣтныхъ минераловъ. Къ нимъ примѣшивались обрывки и пластинки *глаукогита*. Размѣры варьируютъ въ небольшихъ предѣлахъ: 0,011—0,035 мм. Встрѣченъ одинъ кристалликъ *турмалина*. Количество правильно образованныхъ кристалликовъ полевого шпата, по многочисленнымъ подсчетамъ зеренъ, достигаетъ въ среднемъ до 14%.

Обликъ кристалликовъ разнообразенъ (фиг. I). Господствуютъ ромбоидальныя очертанія (1, 2, 4); рѣже встрѣчаются гексагональнаго вида (3). Въ этой фракціи встрѣтились нѣсколько карлсбадскихъ двойничковъ (5).

Нѣсколько кристалликовъ, наиболѣе хорошо образованныхъ, были обследованы болѣе подробно. Одинъ изъ нихъ имѣлъ ромбоидальныя очертанія (фиг. I; 1). По двумъ сторонамъ ромбоида были замѣтны грани, наклоненныя косо къ століку микроскопа. Острый уголъ между сторонами ромбоидальной пластинки $63^{\circ}42'$. Уголъ затѣмненія со стороною $a = 12^{\circ}$. Это

направленіе является осью максимальной эластичности. Всѣ эти обстоятельства позволяютъ признать здѣсь *натровый ортоклазъ*. Направленіе *a* отвѣчаетъ $\{001\}$, а направленіе *b* принадлежитъ гранямъ $\{110\}$. Другой кристаллъ также ромбоэдричнаго очертанія (фиг. I; 2), вытянутый по другому ребру, именно ребру *a*, далѣе затемнѣніе $4^{\circ}30'$; его надо отнести къ *ортоклазу*. Къ нему же относятся многіе кристаллики гексагональных очертаній (фиг. I; 3). Они даютъ прямое затемнѣніе по направленію *a* и являются кристаллами, развитыми по $\{001\}$; направленіе *a* отвѣчаетъ гранямъ $\{010\}$. Кромѣ того видны грани $\{110\}$.

Тутъ же встрѣчаются гексагональныя пластинки съ ясно выраженнымъ двойниковымъ сложеніемъ и микроклиновой рѣшеткой. Онѣ принадлежатъ микроклину. Кромѣ того встрѣчаются кристаллики ромбоэдрическаго вида (фиг. I; 4). Они почти не дѣйствуютъ на поляризованный свѣтъ. Поэтому, относя ихъ тоже къ полевому шпату, мы должны разсматривать ихъ за форму съ развитыми гранями $\{110\}$, при отсутствіи $\{010\}$.

Остальная часть нерастворимаго въ HCl остатка раздѣлена на двѣ порціи: 1) осѣвшая въ теченіе сутокъ и 2) оставшаяся по истеченіи указанного времени во взвѣшенномъ состояніи. Часть, осѣвшая въ теченіе сутокъ, имѣла видъ тонкаго порошка слабой фіолетовой окраски и составляла 7,7% взятаго известняка. Подъ микроскопомъ порошокъ представлялъ безцвѣтныя остроугольныя зерна *кварца* и, можетъ быть, полевого шпата, среди которыхъ въ большемъ количествѣ видны правильно образованныя кристаллики полевого шпата обычной для известняковъ формы, главнымъ образомъ ромбоэдричныхъ очертаній, рѣже въ видѣ ромбовъ. Очень рѣдко встрѣчались кристаллики въ видѣ шестигольныхъ пластинокъ. Такимъ образомъ и въ этой фракціи кристаллы имѣютъ тотъ же обликъ, что и въ предшествовавшей. Размѣры частицъ 0,01 — 0,02; рѣдко до 0,03 м. Въ поляризованномъ свѣтѣ вслѣдствіе малой толщины и слабого двойного лучепреломленія кажутся изотропными или обнаруживаютъ сѣрый цвѣтъ перваго порядка. При малыхъ размѣрахъ было бесполезно производить какія либо оптическія изслѣдованія.

II. *Силурийскій известнякъ близъ станціи Званка на р. Волховъ*. Известнякъ сѣраго цвѣта, плотный, сильно перекристаллизованный; съ окаменѣlostями. По трещинамъ видны кристаллики *кальцита* и лучистыя выдѣленія *малахита*.

При обработкѣ слабой HCl осталось 16,26% нерастворимаго остатка. Изъ нихъ 1,63% болѣе крупныхъ (0,070 мм. — 0,105 мм.) частицъ, осѣдавшихъ въ теченіе 1 мин., и 1,56% — осѣдавшихъ въ теченіе 10 мин.

Остальные 13,02% принадлежали частицамъ, осѣдавшимъ въ теченіе сутокъ. Частицъ, неосѣдавшихъ въ теченіе сутокъ, не было. Вся масса быстро свертывалась и осѣдала на дно стакана.

Въ части, осѣвшей въ теченіе 1 минуты, въ подавляющемъ количествѣ были безцвѣтныя и прозрачныя зерна, неизмѣвшія правильныхъ геометрическихъ очертаній и принадлежавшія *кварцу*. Среди нихъ въ меньшемъ количествѣ (около 6%) кристаллики *полевого шпата* такого же обычнаго вида, какъ и въ другихъ известнякахъ, только грани ихъ друзовидны. Внутри содержатъ небольшое количество включеній, которыя иногда скопляются въ центрѣ кристалла въ видѣ пятнышка. Изрѣдка на кристаллахъ, расположенныхъ на {001} и имѣющихъ гексагональныя очертанія, замѣчается очень топкая микроклиновая структура. Встрѣтились одна — двѣ призмочки *турмалина*.

Въ части, осѣвшей въ теченіе 10 мин., содержались зерна главнымъ образомъ 0,035 — 0,070 мм. діаметровъ. Кристалликовъ полевого шпата было также немного, и они имѣли тотъ же характеръ, что и въ предшествующихъ фракціяхъ.

Въ части, осѣвшей по истеченіи сутокъ и составлявшей 13% взятаго известняка, среди различныхъ подъ микроскопомъ частицъ встрѣчаются и кристаллики полевого шпата; количество ихъ было также незначительно, какъ и во фракціяхъ болѣе крупныхъ.

III. Силурійскій известнякъ («плита») изъ окрестностей Петрограда.

Сѣраго цвѣта съ зеленоватыми и фіолетовыми пятнами; плотный, отчасти перекристаллизованный. Содержитъ порядочное количество углекислой магнезій. Нерастворимый въ HCl остатокъ при отмучиваніи далъ 1,9% крупныхъ частицъ (0,7 — 3,0 мм.), которыя принадлежали главнымъ образомъ зернамъ, палочкамъ, рогулькамъ темнозеленаго *главконита*; въ меньшемъ количествѣ находятся окатанныя зерна безцвѣтнаго и мутнаго кварца. Кристалловъ полевого шпата не встрѣчено. Другая часть нерастворимаго остатка, осѣдавшая въ теченіе 1 мин., составляла 1,82% и также состояла на половину изъ зеренъ и пластинчатыхъ скопленій *главконита*, безцвѣтныхъ остроугольныхъ зеренъ *кварца* и кристалликовъ *полевого шпата*. Размѣры зеренъ *главконита* 0,035 — 0,6 мм., а полевого шпата — 0,035 — 0,105 мм. Относительный подсчетъ зеренъ далъ для кристалловъ полевого шпата около 8 — 9% всего осадка.

Кристаллы полевого шпата имѣли обычный видъ описанныхъ выше, — ромбоидальныхъ пластинокъ, ромбоэдровъ, гексагональныхъ пластинокъ или коротко столбчатый съ ребристыми и ступенчатыми гранями. Однѣхъ, — два случая нахожденія плохо развитыхъ карлсбадскихъ двойниковъ.

Часть, осѣвшая въ теченіе 10 мин., въ количествѣ около 1%, состояла по преимуществу изъ безцвѣтныхъ зеренъ и пластинокъ *слюды* и *хлорита*; къ нимъ примѣшивались зерна и пластинки глауконитовыхъ скопленій. Размѣры безцвѣтныхъ зеренъ 0,035 — 0,070 мм. Пластинки *слюды* и *хлорита*, а также зерна глауконита достигали иногда до 0,1 мм.

Среди безцвѣтныхъ зеренъ весьма обычны кристаллики полевого шпата такого же характера, какъ и въ другихъ известнякахъ. Карлсбадскихъ двойниковъ не обнаружено. Кристаллы включеній не содержатъ. Количество кристалликовъ полевого шпата доходило до 25%.

IV. *Девонскій известнякъ изъ окрестностей г. Пскова; берега р. Великой.* Для изслѣдованія былъ взятъ значительно перекристаллизованный красновато-бурый известнякъ съ красными пятнами, довольно пористый и содержащій небольшія пустоты, въ которыхъ видны кристаллики *кальцита*. Этотъ известнякъ образуетъ небольшую прослойку среди сѣроватаго известняка въ обрывѣ берега р. Великой около Іоанновскаго монастыря.

Нерастворимаго въ HCl остатка получилось 5,2%. Въ той фракціи, которая осаждается на дно стакана сейчасъ же послѣ взмучиванія, подъ микроскопомъ видны окатанныя зерна *кварца* и множество кристалликовъ *полевого шпата* такого же габитуса, какъ и въ другихъ известнякахъ. Размѣры частицъ 0,07—0,175 мм. Ограниченіе крупныхъ кристалликовъ менѣе совершенно, нежели болѣе мелкихъ; крупныя кристаллы мутны и даже совершенно непрозрачны; ребра и грани ихъ неровны и шероховаты.

При отмучиваніи получилось частицъ:

a)	Осаждающихся при стояніи	1 мин.	0,62%
b)	»	»	2 » 0,44%
c)	»	»	4 » 0,20%
d)	»	»	10 » 0,03%
e)	»	»	24 часовъ 1,65%

Въ первой фракціи, состоящей изъ частицъ, осѣвшихъ въ теченіе одной минуты и имѣвшихъ размѣры 0,07 — 0,20 мм., находились главнымъ образомъ окатанныя зерна *кварца*; къ нимъ примѣшивались кристаллы полевого шпата, то прозрачныя, то мутноватыя.

Кристаллы болѣею частью обнаруживаютъ тонкое двойниковое сложеніе; мѣстами — наклонность къ образованію микроклиновой рѣшетки (на плоскости {001}). Иногда двойниковые кристаллы состоятъ всего изъ 2—3 педѣлимыхъ.

Эта фракція была раздѣлена жидкостью Тулэ. Последняя прежде всего доводилась до удѣльнаго вѣса горнаго хрусталя (чуть-чуть выше). Черезъ сутки осѣло всего десятокъ - полтора зеренъ, среди которыхъ видѣлись окатаиные призмь и обломки плеохрончнаго *турмалина* (зелено-бурый и розовый), неправильныя зерна кварца, два - три кристаллика полевого шпата ромбоэдрическаго очертанія, или толстопризматической формы. Полевой шпатъ повидимому увлеченъ сростками кубиковъ *сырнаго колчедана*, превратившагося въ *бурый желѣзнякъ*.

Затѣмъ удѣльный вѣсъ жидкости Тулэ былъ немного пониженъ, до удѣльнаго вѣса горнаго хрусталя. Черезъ сутки удалось отдѣлить гораздо больше зеренъ, удѣльный вѣсъ которыхъ былъ весьма близокъ къ горному хрусталю, а также и равенъ ему. Эта фракція составляла 9,9% всего, осѣвшаго въ теченіе 1 мин.

Большая часть зеренъ безцвѣтна; встрѣчено одно окатаиное зерно сильно плеохрончнаго (бурозеленый) минерала. Безцвѣтныя зерна имѣли неправильныя очертанія безъ замѣтной окатаиности; онѣ несомнѣнно принадлежали кварцу. Встрѣчено нѣсколько зеренъ съ правильнымъ очертаніемъ, обычнымъ для *полевого шпата*: въ видѣ ромбоэдрическихъ и гексагональныхъ таблицъ (наполнены включеніями). На одной изъ послѣднихъ опредѣленъ уголъ затаиѣнія съ одной изъ сторонъ, отвѣчающихъ ребру {001}: {010}. Онъ былъ равенъ 18°. Микроклиновой структуры не замѣтно.

Фракція, осѣвшая въ теченіе 2 минутъ, была также раздѣлена при помощи тяжелыхъ жидкостей. Съ этою цѣлью жидкость Тулэ была доведена до удѣльнаго вѣса кварца. Индикаторомъ служили осколочки горнаго хрусталя. Въ этомъ случаѣ осѣло весьма мало частичекъ, среди которыхъ можно было видѣть подъ микроскопомъ безцвѣтныя пластинки слюды, неправильныя зерна кварца, конкреціи гидратовъ окиси желѣза, и только въ небольшомъ количествѣ правильно образованные кристаллики полевого шпата, какъ ромбоэдрическихъ, такъ и гексагональныхъ очертаній. Дѣйствіе на поляризованный свѣтъ у нихъ весьма слабое. Двойниковаго сложенія не замѣтно. Хотя эти кристаллы и осѣли вмѣстѣ съ кварцемъ, однако они все-таки принадлежатъ *ортоклазу*, а не какому-либо иному полевому шпатамъ въ виду ихъ общаго сходства съ другими фракціями, принадлежность которыхъ къ калиевому полевому шпату не вызываетъ сомнѣній.

Послѣ этого удѣльный вѣсъ жидкости былъ доведенъ до удѣльнаго вѣса адуляра. Черезъ сутки осѣло значительное количество частицъ. Онѣ въ подавляющемъ числѣ относились къ зернамъ кварца. Однако среди нихъ часто видны правильно образованные кристаллики полевого шпата. Кри-

сталлы достигали 0,01—0,17 мм. Впрочемъ ребра не отличаются отчетливостью образованія, а грани большею частью друзовидны. Форма то ромбоидальная, то гексагональная (см. схемат. рис. 1). Внутри кристалловъ видны скопленія пыли и мелкихъ зернышекъ. Дѣйствіе на поляризованный свѣтъ слабое (сѣрый цвѣтъ 1-го порядка). Въ кристаллахъ гексагональнаго очертанія опредѣлено прямое погасаніе относительно одной изъ сторонъ шестиугольника, а у нѣкоторыхъ видна микроклиновая рѣшетка. Кристаллы ромбоидальныхъ очертаній въ однихъ случаяхъ даютъ погасаніе въ 5° относительно одной изъ сторонъ ромбона, а другіе — $8-9^\circ$. Эти обстоятельства указываютъ, что предъ нами *ортотлазъ*, *микроклинъ* и *натровый ортотлазъ*. Интересны ромбоэдрическіе кристаллы (рис. 1, фиг. 4), ребра которыхъ пересекаются въ углахъ, близкихъ къ прямому (около 74°). Очевидно, здѣсь мы имѣемъ грань {110} ортоклаза.

Пользуясь жидкостью Тулэ удѣльнаго вѣса немного меньшаго, чѣмъ удѣльный вѣсъ адулара, удалось получить фракцію кристалловъ, состоящую почти исключительно изъ полевого шпата. Количество чистой фракціи составляло 8% всего, осѣвшего въ теченіе двухъ минутъ.

Какъ видно на прилагаемой фотографіи (табл. I, 1)¹ мы здѣсь встрѣчаемъ тѣ же формы, какъ и въ другихъ известнякахъ. Кромѣ того среди болѣе мелкихъ кристалликовъ нерѣдко и карлсбадскіе двойники. Кристаллы, особенно крупные, содержатъ мелкія включенія то разбросанныя по всему кристаллу, то скучивающіяся въ пятна и полосы.

Оптическія свойства указываютъ на принадлежность кристалловъ къ калиевому ортоклазу, анортотлазу и микроклину. Въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣются толстыя табллицы гексагональнаго очертанія, часто наблюдается прямое угасаніе, или хорошо выраженная микроклиновая рѣшетка. Встрѣчались кристаллы, у которыхъ центральная часть затемнялась одновременно и безъ рѣзкихъ границъ. Всѣ кристаллы гексагональнаго очертанія проявляли болѣе высокую интерференціонную окраску (желтый и даже оранжевый цвѣтъ 1-го порядка), нежели кристаллы ромбоидальныхъ очертаній, дающихъ только сѣрый цвѣтъ 1-го порядка.

Кристаллы ромбоидальныхъ очертаній представляютъ собою кристаллы коротко-призматической или табллицеобразной формы. Одни изъ нихъ несомитно сплюснуты по грани {010}; въ такомъ случаѣ даютъ затемнѣніе съ ребромъ {001} или подъ угломъ около 5° и, слѣдовательно, принадлежать

¹ Большая часть фотографій сдѣлана ассистентомъ по каеедрѣ минералогіи С. М. Курбатовымъ, другая — ассистентомъ по геологіи В. М. Тимооеевымъ, за что приношу имъ искреннюю признательность.

ортоклазу, у другихъ же затемнініе колеблется въ значительныхъ предѣлахъ отъ 8° — 11° и даже болѣе съ тѣмъ же ребромъ. Одинъ разъ наблюдалось затемнініе въ 23° съ одной изъ сторонъ ромбоидальнаго кристалла.

Эти обстоятельства въ связи съ прямымъ затемнѣніемъ на граняхъ $\{001\}$ говорятъ въ пользу принадлежности этихъ кристалловъ къ *натровому ортоклазу*, а нѣкоторыхъ, можетъ быть, и къ *анортоклазу*. Для проверки этого предположенія я просилъ г. Апосова, занимавшагося изученіемъ мріемовъ изслѣдованія полевыхъ шпатовъ по методу проф. Е. С. Федорова, поискать, не найдется ли подходящаго кристаллика для опредѣленія угла оптическихъ осей. Такой кристаллъ былъ найденъ. Въ немъ опредѣленъ $2V=54^{\circ}$. Этимъ подтверждается принадлежность его именно къ анортоклазу.

Нѣкоторые изъ ромбоидальныхъ кристалловъ въ поляризованномъ свѣтѣ даютъ тонкую двойниковую полосчатость, и такимъ образомъ относятся къ *микроклину* (очевидно лежатъ на грани $\{110\}$). Въ обыкновенномъ свѣтѣ такіе кристаллы представляются тонко исчерченными параллельно ребрамъ призмы. Вообще двойниковое сложевіе призматическихъ кристалловъ выступаетъ весьма отчетливо. Присутствіе известково-натровыхъ плагіоклазовъ представляется весьма сомнительнымъ. Присутствіе въ небольшомъ количествѣ альбита вѣроятно, такъ какъ у трехъ кристалликовъ получено было затемнініе на грани $\{010\}$ 18° — 19° съ ребромъ R.

Фракція, полученная отстаиваніемъ въ теченіе 10 мин., составляла 0,031% взятаго известняка и имѣла видъ пепельно-сѣраго порошка. Размеры частицъ колебались въ значительныхъ предѣлахъ 0,008—0,035 мм. Большую часть составляли кристаллики полевого шпата (см. табл. I, 2) совершенно такого же характера, какъ и въ вышеописанной фракціи. Присутствуютъ двойники по карлсбадскому закону, весьма отчетливо образованные. Они чаще обнаруживаются, если порошокъ подвергнуть обогащенію посредствомъ жидкости Тулэ.

При отстаиваніи въ теченіе сутокъ получился осадокъ, составившій 1,84% взятаго известняка. Осадокъ имѣлъ видъ пепельно-сѣраго порошка и состоялъ изъ частицъ 0,003—0,01 мм. діаметромъ. Главную его массу составляли кристаллы полевого шпата, среди которыхъ встрѣчаются карлсбадскіе двойники (табл. I, 3). Въ поляризованномъ свѣтѣ кристаллы кажутся почти оптически изотропными. Двойное лучепреломленіе обнаруживается только при помощи гипсовой пластинки.

Такъ какъ осадка получилось болѣе четырехъ граммовъ, то предста-

вилась возможность произвести полный химический анализ, подтвердивший то, что наблюдалось и подъ микроскопомъ¹.

Потери при прокал. . . .	1,86
SiO ₂	70,82
TiO ₂	слѣды
Al ₂ O ₃	15,39
Fe ₂ O ₃	2,48
CaO	0,10
MgO	0,23
K ₂ O	8,80
Na ₂ O	0,96
Сумма	100,64

Изъ полученныхъ цифръ видно, что главную часть порошка составляетъ калиевый полевой шпатъ, къ которому въ небольшомъ количествѣ присоединяется натровый полевой шпатъ, очевидно, въ видѣ натроваго ортоклаза и анортотклаза. Главною же примѣсью является кварцъ; въ меньшемъ количествѣ гидратъ окиси желѣза и вѣроятно каолинитъ.

V. Съ береговъ той же р. Великой въ окрѣстностяхъ г. Пскова изслѣдованъ былъ глинистый известнякъ, образующій прослойки въ общей толщѣ известняковъ. При обработкѣ слабой HCl осталось 4,77% нерастворимаго остатка. Главную массу послѣдняго (2,44%) составляли весьма тонкія частицы, неосѣдавшія въ теченіе сутокъ. Меньшую, но все же значительную (1,51%) образовали частицы, осѣвшія въ теченіе сутокъ. Въ теченіе 10 мин. осѣло всего 0,35%, а въ теченіе 2 мин. всего 0,097%.

Фракція, осѣвшая въ теченіе двухъ минутъ, состояла изъ зеренъ 0,017—0,10 мм. діаметромъ. Подъ микроскопомъ видна значительная неоднородность; среди зеренъ кварца и кристалликовъ полевого шпата видно было немало бурокрасныхъ скопленій гидратовъ окиси желѣза. Для удаленія послѣдней порошокъ былъ обработанъ HCl при нагрѣваніи и снова подвергнутъ отмучиванію. Послѣ этого порошокъ принялъ сѣроватую окраску. Подъ микроскопомъ онъ обнаружилъ значительное преобладаніе (свыше 70%) кристалликовъ *полевого шпата*, между которыми болѣе мелкіе отличаются особенною рѣзкостью очертаній. Они имѣютъ совершенно тотъ же обликъ,

¹ Анализъ сдѣланъ ассистентомъ по кафедрѣ Минералогіи Петроградскаго Университета В. А. Зильберминномъ, за что я искренно и благодарю его.

какъ и у описанныхъ выше; очень часты карлсбадскіе двойники. Кристаллы отличаются полною прозрачностью. Въ поляризованномъ свѣтѣ представляютъ совершенно ту же картину, какъ и описанные выше. Нѣсколько рѣже наблюдается микроклиновая структура. Встрѣчаются кристаллы съ волнистымъ неправильнымъ угасаніемъ. Иногда въ кристаллѣ выдѣляется центральное неправильное поле, затемняющееся одновременно съ периферическою частью.

Частицы, осѣвшія въ теченіе 10 мин., имѣли 0,008—0,035 мм. въ діаметрѣ и состояли почти исключительно изъ кристалликовъ *полевого шпата*. Примѣсью являются зерна и осколки *кварца*. Въ кристаллахъ съ гексагональными очертаніями иногда видна микроклиновая рѣшетка.

Гораздо болѣе частицъ осѣло по истеченіи сутокъ, именно 1,51%. Порошокъ имѣлъ пепельно-сѣрый цвѣтъ съ чуть замѣтнымъ розоватымъ оттѣнкомъ. Размѣры частицъ 0,003—0,006 мм.; изрѣдка, — крупные. Среди безцвѣтныхъ осколочковъ кварца и безцвѣтныхъ листочковъ вѣроятно слюды въ большомъ количествѣ (до 30—35%) разсѣяны кристаллики полевого шпата такого же характера, что и въ предшествовавшей фракціи. Часты карлсбадскіе двойники. Кромѣ того встрѣчаются палочкообразные кристаллики съ расщепленіемъ на концѣ, совершенно подобныя тѣмъ, которые въ изобиліи находятся въ известнякѣ с. Кнубри и которые будутъ описаны ниже. Они несомнѣнно представляютъ собою своеобразные карлсбадскіе двойники.

VI. *Девонскій известнякъ окрестностей Изборска* (Псковской губерніи). Для изслѣдованія былъ взятъ известнякъ, залегающій въ видѣ пласта (въ 1 саж.) среди глинистой гипсовосной толщи. Послѣ обработки слабой HCl осталось 5,75% нерастворимаго остатка.

При разсматриваніи желтоватаго осадка, получаемого въ теченіе четырехъ минутъ, можно видѣть множество окатанныхъ зеренъ *кварца*, среди которыхъ тамъ и здѣсь разбросаны кристаллики *полевого шпата*. Обыкновенно они имѣютъ видъ ромбоэдровъ, рѣже гексагональныхъ таблечекъ, или наконецъ вытянутыхъ косоугольныхъ пластинокъ. Двойное лучепреломленіе ихъ весьма слабое; совершенно прозрачны; иногда мутноваты. Количество кристалликовъ достигало 50% всего остатка. Послѣдній составлялъ 0,089% взятаго известняка. Кромѣ кварца и полевого шпата видны охристые хлопья, легко растворяющіеся въ горячей HCl. Размѣры зеренъ кварца 0,175—0,350 мм. Кристаллы же полевого шпата имѣли 0,035—0,070 мм. въ поперечникѣ.

Часть, осѣвшая по истеченіи 10 мин., составляла 0,03% взятаго

известняка. Подъ микроскопомъ (табл. I, фиг. 4) видны въ небольшомъ количествѣ зерна кварца и хлопья лимонита. Большую же часть составляли кристаллики полевого шпата. Размѣры 0,008—0,032 мм. Кристаллики обычныхъ очертаній. Встрѣчаются кристаллы съ микроклиновой рѣшеткой и карлсбадскіе двойники.

Черезъ сутки осѣло 1,54% взятаго известняка. Осадокъ состоялъ почти исключительно изъ кристалликовъ полевого шпата, діаметръ которыхъ 0,003—0,01 мм.

VII. *Девонскій известнякъ окрестностей г. Липецка*; лежащій бокъ бурого желѣзняка рудника с. Сырскаго. Цвѣтъ сѣроватый; строеніе плотное. При травленіи слабой соляной кислотой въ немъ рѣзко выступаютъ многочисленные животные остатки: улитки, двухстворчатые, стебли морскихъ растений и др. Мѣстами видны втеки болѣе рыхлой массы палеваго цвѣта, составляющей продуктъ начавшагося выщелачиванія. Мѣстами по трещинамъ виднѣются мелкіе кристаллики известковаго шпата. Послѣ обработки HCl получилось 0,675% нерастворимаго остатка.

Изъ него, при осажденіи въ теченіе 10 мн., получено 0,142% всей массы известняка, что составляетъ 21,11% всего перастворимаго въ слабой HCl остатка.

Въ полученной фракціи, въ общемъ окрашенной въ буроватокрасный цвѣтъ, подъ микроскопомъ видны: а) неправильные комочки охряно-желтаго и красно-бурого цвѣта, очевидно, принадлежащіе *лимониту* и другому менѣе водному гидрату окиси желѣза. Они составляютъ меньшую часть осадка. Послѣ обработки крѣпкой HCl при нагрѣваніи красные и желтые комочки растворяются. Определенные изъ разности они составили 3,71% всего твердаго остатка. б) Правильно и всесторонне образованные кристаллики, между которыми большую часть составляетъ несомнѣнно *ортотлазъ*. Размѣры ихъ весьма различны отъ 0,01 до 0,10. Кристаллы представляютъ обычный обликъ, какъ и въ другихъ известнякахъ; не наблюдалось только карлсбадскихъ двойниковъ.

Послѣ обработки крѣпкой HCl при нагрѣваніи и удаленіи водной и безводной (или маловодной) окиси желѣза порошокъ принимаетъ свѣтлый непельно-сѣрый цвѣтъ. Онъ составилъ 17,40% всего твердаго остатка и состоялъ почти исключительно изъ кристалликовъ полевого шпата.

VIII. *Саткинскій заводъ. Уралъ. Доломитовый песокъ девонской системы*. Въ растворѣ отъ слабой HCl (растворъ былъ нагрѣтъ для разложенія доломита) перешло по одинаковому количеству кальція и магнія.

Въ круивой фракціи, осаждавшейся въ теченіе 2 минутъ, кромѣ бурыхъ

и охрипыхъ хлопьевъ, пайдены въ замѣтномъ количествѣ, вмѣстѣ съ осколками и правильно образованные кристаллики *кварца*. Они имѣютъ призматическій обликъ съ одинаково-развитыми ромбоэдрами. Въ полѣ зрѣнія всегда можно встрѣтить три-четыре подобныхъ кристаллика. Нѣкоторые изъ нихъ имѣютъ неровныя ребра. Размѣры кристалловъ 0,035 въ толщину и 0,070—0,1 мм. въ длину. По валовому подсчету зеренъ, они составляютъ 2—3%. Встрѣчаются также кристаллики *полевого шпата* въ видѣ ромбоидальныхъ, изрѣдка — гексагональныхъ табличекъ. Микроклиновой рѣшетки не наблюдалось. Количество ихъ нѣсколько больше кристалликовъ кварца (3—4%). Небольшіе листочки вывѣтрѣлаго *хлорита* также встрѣчаются. Понался одинъ осколочекъ сильно плеохронной (голубые отгѣвки) *роговой обманки*.

Эта фракція, составлявшая 0,8% взятаго количества доломитоваго песка, была обработана HCl средней крѣпости и раздѣлена на двѣ части; въ одной, осѣвшей почти моментально и составлявшей 0,47% породы, главную массу составляли осколочки кварца и темнобурыя стяженія (неразложившіяся отъ дѣйствія HCl), и меньшую — кристаллики кварца и полевого шпата.

Та часть, которая осѣла въ теченіе 2 мин., составляла 0,08% и состояла главнымъ образомъ изъ бутуватожелтыхъ пластинокъ хлоритовообразнаго минерала; въ гораздо меньшемъ количествѣ — осколки кварца. Изрѣдка видны призматическіе кристаллики послѣдняго и обычнаго типа кристаллики полевого шпата. Размѣры частицъ 0,035—0,070 мм.

Часть, осѣвшая въ теченіе 10 мин., достигала до 0,7%. Подъ микроскопомъ видно, что среди буроватыхъ хлопьевъ болѣе крупныхъ размѣровъ находится множество частицъ безцвѣтныхъ большею частью съ неправильными очертаніями, но въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ предшествовавшемъ случаѣ, видны кристаллики полевого шпата чаще ромбоидальныхъ очертаній (замѣченъ одинъ двойникъ по карлсбадскому закону); встрѣтились также и гексагональныя очертанія. По подсчету число кристалликовъ составляетъ 12% всей массы. Размѣры частичекъ большею частью 0,008—0,035.

Среди частицъ, осѣвшихъ въ теченіе сутокъ, кристаллики полевого шпата встрѣчались въ меньшемъ количествѣ, нежели въ болѣе крупныхъ фракціяхъ.

IX. *Киубръ. Орловской губ.* Желтоватый довольно рыхлый доломитъ каменноугольной системы, содержащій значительное количество закиси и окиси желѣза. Послѣ обработки соляной кислотой оставляетъ тонко-мучнистую массу непельно-сѣраго цвѣта въ количествѣ 6,0% взятаго доломита.

При фракціонномъ раздѣленіи нерастворившагося въ HCl остатка по-

лучилось 1,24% отъ взятаго доломита частицъ, осѣдавшихъ въ теченіе 1—2 минутъ. Размѣры частицъ 0,07—0,35 мм. Частицы состояли почти исключительно изъ превосходно образованныхъ кристалликовъ *полевого шпата*. Послѣдніе имѣли то ромбоидальный, то гексагональный, то наконецъ призматическій габитусъ. У нѣкоторыхъ на призматическихъ граняхъ видна тонкая полиспитетическая штриховка (рис. 2, *e*). Иногда виднѣются параллельные слои хорошо развитыхъ кристалликовъ, соприкасающихся другъ съ другомъ по грани $\{010\}$ (рис. 2, *g*). Изрѣдка попадаются неправильныя зерна съ намеками мѣстнаго друзовиднаго ограненія. Замѣчено нѣсколько двойниковъ по карлсбадскому закону (рис. 2, *h, k*). Болѣе мелкіе кристаллики большею частью совершенно прозрачны; крупныя же содержатъ мутныя включенія, то равномерно распредѣленныя, то скопляющіяся въ видѣ пятенъ или изогнутыхъ полосъ (рис. 2, *f*). Среди болѣе мелкихъ кристалликовъ часто встрѣчаются тонкіе призматическіе, представляющіе большею частью двойники по карлсбадскому закону (рис. 2, *l*). Въ поляризованномъ свѣтѣ даютъ сѣрую окраску, рѣдко доходящую до желтоватой. Кристаллики, лежащіе на грани $\{001\}$ иногда являются совершенно однородными и даютъ прямое затемненіе къ ребрамъ $\{001\}$ и $\{010\}$. Встрѣчаются кристаллики, у которыхъ видна микроклиновая рѣшетка (рис. 2, *g*). Но гораздо чаще кристаллы являются оптически неоднородными. Центральная часть обыкновенно въ видѣ округлой или неправильной формы пятна, затемняющагося неодновременно съ остальною частью кристалла, при чемъ переходъ отъ пятна къ периферіи постепененъ. Нерѣдко затемненіе волнистое. Пятно занимаетъ или только незначительную, или даже большую часть кристалла (рис. 2, *a, b, c, d, e*). Въ подобныхъ кристаллахъ иногда наблюдаются признаки микроклиноваго строенія (*a, c*).

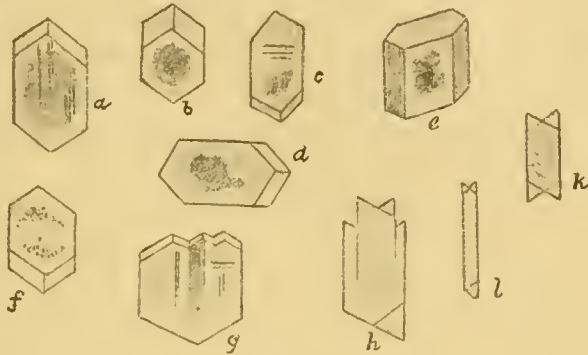


Рис. 2.

Измѣреніе угла затемненія показало, что наружныя части кристалловъ даютъ затемненіе прямое съ ребромъ $\{001\}$ и $\{010\}$; внутреннія же пятна образуютъ съ тѣмъ же ребромъ различныя углы погасанія. Чаше другихъ наблюдались 7—8°30' и 13—16°.

У кристалловъ, лежавшихъ на грани $\{010\}$, углы затемненія съ тѣмъ же ребромъ $\{001\}$ и $\{010\}$ также были различны. Рѣже другихъ получались углы $5-6^\circ$. Большею частью углы эти составляли $7^\circ, 8^\circ, 9^\circ, 10-11^\circ$. Единичные случаи дали $0^\circ, 2^\circ$ и 18° .

Какъ мы видимъ, въ оптическомъ отношеніи кристаллы полевого шпата с. Кнубри представляютъ тѣ же оригинальныя особенности, что и кристаллы, описанные М. F. Grandjean'омъ. Тѣже ненормальности въ строеніи, тѣже колебанія и даже величины угловъ затемненія. Различіе заключается только въ томъ, что Grandjean не указываетъ на присутствіе карлсбадскихъ двойниковъ, тогда какъ въ известнякѣ с. Кнубри они обычны. Особенно обильны такіе вытянутые по оси с двойники въ болѣе мелкихъ фракціяхъ, какъ объ этомъ будетъ сказано ниже.

Сопоставляя между собою все сказанное выше, приходимъ къ заключенію, что полевымъ шпатъ с. Кнубри, какъ и въ другихъ известнякахъ, относится къ *кальцевому ортоклазу*, *натровому ортоклазу*, *микроклину*, вѣроятно также *анортотлазу*, и, можетъ быть, въ рѣдкихъ случаяхъ — къ *альбиту*.

Значительная чистота и однородность кристалловъ небольшихъ размѣровъ сравнительно съ болѣе крупными, а также обиліе карлсбадскихъ двойниковъ въ мелкихъ кристаллахъ наводятъ на мысль, что тѣ и другіе принадлежатъ къ различнымъ генерациямъ. Чистые кристаллы, какъ болѣе мелкіе, вѣроятно, принадлежатъ болѣе поздней генерации.

Кромѣ полевого шпата въ описанной фракціи видны кое-гдѣ зерна главконита и одна-двѣ призмочки бураго турмалина.

Частицы, осѣвшія въ теченіе 10 минутъ. Такихъ частицъ оказалось всего $0,126\%$ взятаго доломита. Размѣры ихъ колебались отъ $0,01$ мм. до $0,07$ мм. Осадокъ состоялъ изъ правильно очерченныхъ кристалликовъ полевого шпата совершенно такого же характера, какъ и въ предшествовавшей фракціи. Къ нимъ примѣшивались въ равномъ количествѣ кристаллики совершенно особеннаго габитуса (табл. I, фиг. 5). Они имѣли форму палочекъ, расщепленныхъ на одномъ или на обоихъ концахъ. Ширина кристалликовъ $0,01$ мм. Длина же въ $7-10$ разъ больше. На поляризованный свѣтъ они почти не дѣйствуютъ, очевидно вслѣдствіе слабаго двойного лучепреломленія и малой толщины ихъ. Своеобразный видъ кристалликовъ ве сразу далъ возможность отнести ихъ къ полемому шпату, и только внимательное разсмотрѣніе болѣе крупныхъ экземпляровъ и постепенныхъ переходовъ къ мелкимъ указало, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ карлсбадскими двойниками, очень вытянутыми по оси с.

Наибольшее количество частицъ получилось при отстаиваніи въ те-

ченіе *сутокъ*. Собранный осадокъ составлялъ 3,4% взятаго доломита. Тонкій осадокъ имѣлъ почти бѣлый цвѣтъ и состоялъ почти исключительно изъ кристалликовъ полевого шпата такого же габитуса, какъ предшествовавшая фракція; только призматическихъ кристалликовъ было меньше (табл. I, фиг. 6).

Эта фракція была мною анализована. Въ ней оказалось:

SiO ₂ (по остатку).....	64,692
Al ₂ O ₃	} 19,456
Fe ₂ O ₃	
MgO.....	нѣтъ
CaO.....	»
K ₂ O.....	10,514
Na ₂ O.....	4,980
H ₂ O.....	0,358

Отсюда видно, что здѣсь мы имѣемъ дѣло почти съ чистымъ калинатовымъ полево-шпатовымъ веществомъ. Такимъ образомъ результаты химическаго анализа находятся въ полномъ согласіи съ наблюденіями подъ микроскопомъ¹.

Частицы, неосѣвшія въ теченіе сутокъ, представляли глинистую массу сѣраго цвѣта. Вслѣдствіе малыхъ размѣровъ въ нихъ трудно подмѣтить правильныя очертанія. Однако тамъ, гдѣ послѣднія намѣчались, можно было узнать тѣже формы, что и въ другихъ фракціяхъ. Количество глинистыхъ частицъ составляло 1,37% взятаго доломита.

Х. *Оптина пустынь, Калужской губ.* Довольно рыхлый известнякъ (MgCO₃ весьма мало) каменноугольной системы.

Известнякъ содержитъ немного нерастворимаго остатка. Всего собрано 1,34%.

Частицъ, осѣвшихъ въ теченіе одной минуты, было 0,014%. Размѣры 0,035—0,14 мм. Главнымъ образомъ это были неправильныя зерна *кварца*. Въ меньшемъ количествѣ (по подсчету зеренъ — 19%) находились кристаллики *полевого шпата* обычнаго типа. Попадались гексагональныя пластинки съ микроклиновой рѣшеткой и 2—3 экземпляра карлсбадскихъ двойниковъ.

¹ Само собою разумѣется, морфологическое и химическое расчлененіе полево-шпатоваго вещества требуетъ очень детальнаго оптическаго изслѣдованія кристалловъ, что затрудняется малыми размѣрами ихъ. Кромѣ того оно не вызывалось задачами, которыя имѣетъ пока въ виду данная работа.

Частицы, неосѣдавшія въ теченіе одной минуты, очень быстро коагулировали, почти не оставляя мутн. Для раздѣленія ихъ на фракціи пришлось прибавить KNO_3 и прокипятить. Отстаиваніе въ теченіе 10 минутъ дало 0,018% осадка, состоявшаго на половину изъ кристалликовъ полевого шпата, среди которыхъ часты карлсбадскіе двойники. Кристаллики прозрачны и безцвѣтны и, какъ показали измѣренія угла затемнѣнія тѣхъ экземпляровъ, которые лежали на грани {001} или {010}, принадлежали ортоклазу нормального характера. У кристалликовъ, лежавшихъ на грани {001}, затемнѣніе прямое, а у лежавшихъ на {010} — около 6° съ ребромъ {001} и {010}. Микроклиновая структура наблюдалась рѣдко.

Кромѣ кристалликовъ полевого шпата встрѣчены 2—3 призмочки турмалина.

Частицы, осѣвшія въ теченіе сутокъ, составляли 0,245%. Осадокъ имѣлъ охряножелтый цвѣтъ. Подъ микроскопомъ видны желтоватые хлопья и очень мелкія безцвѣтныя зерна кварца и въ нѣсколько меньшемъ количествѣ кристаллики полевого шпата обычныхъ очертаній. Размѣры частицъ 0,005—0,01 мм. Послѣ обработки горячей HCl въ растворѣ было много желѣза и алюминія, весьма мало кальція. Въ остаткѣ послѣ отмучиванія хлопьевъ кремнезема находились прозрачныя кристаллики полевого шпата; между ними изрѣдка карлсбадскіе двойники. Мелкія частицы принадлежатъ почти исключительно полевому шпату. Къ полевому шпату въ меньшемъ количествѣ примѣшивались зерна кварца.

XI. Березовка по дорогѣ къ Аксенцамъ (Богородицкаго у., Тульской губ.). Сырый каменноугольный известнякъ, содержащій довольно значительное количество MgCO_3 и FeCO_3 . Богатъ остатками коралловъ и брахиоподъ.

Послѣ обработки HCl оставляетъ буровато-черную, рыхлую, медленно осѣдающую массу.

Частицъ, осѣвшихъ въ теченіе 1—2 минутъ, всего 0,10% взятаго известняка. Размѣры 0,035—0,1 мм. Зерна неправильныхъ очертаній принадлежатъ главнымъ образомъ *кварицу*, а частью — *микроклину*. Въ большомъ количествѣ виднѣлись кристаллики полевого шпата обычнаго вида. Встрѣчено также нѣсколько призмочекъ зеленого турмалина.

Часть, осѣвшая въ теченіе сутокъ, состояла главнымъ образомъ изъ чернубурой коллоидальной органической массы и небольшого количества бѣлаго порошка. Весь осадокъ составлялъ 0,53% взятаго известняка. Бѣлый порошокъ состоялъ изъ частицъ (діаметромъ въ 0,01—0,02 мм.), среди которыхъ много кристалликовъ полевого шпата, чаще всего ромбoidalнаго очертанія; попадались и карлсбадскіе двойники.

ХІІ. *Истѣ-Залипжѣ (Рязскаго у., Рязанской губ.)*. Новый (железистый) рудникъ. Известнякъ каменноугольной системы (верхній ярусъ); рыхлый, желтоватаго цвѣта; содержитъ не очень много $MgCO_3$. Послѣ обработки слабѣй HCl остается 4,65% нерастворимаго остатка. Остатокъ состоялъ главнымъ образомъ изъ крупныхъ обломковъ стеблей крипидей, мианокъ, иглъ морскихъ ежей, а также неправильныхъ сферолитовыхъ скопленій, дающихъ при перекрещенныхъ николяхъ искаженную фигуру двуснаго кристалла. Между болѣе мелкими частицами видны болѣе правильно образованные сферолиты и зерна безцвѣтнаго кварца. Кристалловъ полевого шпата не встрѣчено. Всего крупныхъ частицъ собрало 3,8%.

При отстаиваніи въ теченіе одной минуты получено всего 0,04% осадка. Его составляли а) сферолитовыя образованія неправильной формы. Они имѣли какъ бы зернистое строеніе; размѣры ихъ 0,070—0,28 мм. въ діаметрѣ, б) безцвѣтныя зерна кварца (0,015—0,10 мм.) и въ мѣшечкѣ количествѣ (около 10%) кристаллики полевого шпата. Последніе обыкновенно малы и не превышаютъ 0,04 мм. въ діаметрѣ.

При болѣе продолжительномъ отстаиваніи нерастворимый остатокъ сразу осаждается весь въ видѣ объемистыхъ рыхлыхъ хлопьевъ. Продолжительное кипяченіе отчасти устранило эту способность и позволило получить двѣ фракціи: осѣвшую чрезъ сутки въ количествѣ 0,40% и неосѣвшую — въ количествѣ 0,41%.

Въ первой фракціи подъ микроскопомъ видны безцвѣтные осколки и зерна кварца, къ которымъ въ небольшомъ количествѣ примѣшаны кристаллики полевого шпата обычнаго облика. Очень рѣдко замѣчается двойниковое образованіе по карлсбадскому закону. Размѣры частицъ 0,005—0,015 мм.

ХІІІ. *Хольково (Мелниковскій у., Владимірскаго губ.)*. Пермо-карбонный доломитовый известнякъ, желтоватаго цвѣта, довольно рыхлый. Содержитъ значительное количество Al_2O_3 , растворимаго въ слабѣй HCl .

Нерастворимый остатокъ составляетъ 2,5% взятой породы и главнымъ образомъ состоитъ по видимому изъ гидратовъ глинозема и окиси желѣза, растворяющихся въ крѣпкой HCl при нагреваніи.

Остатокъ, нерастворимый въ HCl , состоялъ изъ безцвѣтныхъ зеренъ кварца и листочковъ слюды, среди которыхъ въ небольшомъ количествѣ (около 4—5%) разсыпаны кристаллики полевого шпата, обычнаго облика. Изрѣдка видны карлсбадскіе двойники, микроклиновая рѣшетка и простая двойниковая полосатость.

Кристаллики полевого шпата находились во всѣхъ фракціяхъ, начиная

отъ частицъ, осѣдавшихъ въ теченіе одной минуты, такъ средн мелкихъ, осѣдавшихъ въ теченіе сутокъ. Они составляли 3—4% всѣхъ зеренъ.

XIV. *Известнякъ мыловой системы; у Херсонскаго монастыря близъ Севастополя.* Известнякъ довольно плотный свѣтло-палеваго цвѣта, со множествомъ мелкихъ неясныхъ окаменѣлостей. При обработкѣ слабой HCl далъ 7,47% свѣтложелтаго тонкаго нерастворимаго остатка. Послѣдній состоялъ изъ безцвѣтныхъ, частью мутныхъ, слабо окатанныхъ и остроугольных зеренъ кварца. Къ нимъ примѣшивались листочки и обрывки буровато-желтаго цвѣта, принадлежащіе вѣроятно хлориту. Никакихъ кристалловъ съ правильными очертаніями, несмотря на тщательные поиски, не встрѣчено.

XV. *Известнякъ мыловой системы; около Георіевскаго монастыря въ окрестностяхъ Севастополя.* Известнякъ свѣтлопалеваго цвѣта; богатъ хорошо сохранившимися раковинами; мѣстами — почти ракушечникъ. Углекислаго магнія весьма мало. При обработкѣ слабой HCl далъ 4,11% плохо отсортированнаго кварцеваго песку, зерна котораго, рядомъ съ мелкими, достигаютъ иногда до 0,5 см. въ діаметрѣ. Правильно образованныхъ кристалловъ не найдено. Кромѣ песчаныхъ частицъ получилось еще 0,45% тонкихъ частицъ, осаждавшихся въ теченіе сутокъ. Въ нихъ также не встрѣчено кристалловъ. Слѣдуетъ отмѣтить, что частицъ, неосаждающихся въ теченіе сутокъ, въ этомъ известнякѣ совсѣмъ не оказалось.

XVI. *Плотный известнякъ мыловой системы; около Чуфутъ-Калѣ (Крымъ).* Послѣ обработки HCl даетъ 13,3% нерастворимаго остатка, состоящаго изъ осколочковъ (діам. 0,005 — 0,03 мм.) безцвѣтныхъ минераловъ, главнымъ образомъ кварца и глинистыхъ хлопьевъ. Кристалликовъ не видно. Среди тысячей частицъ только одинъ разъ замѣченъ былъ правильно образованный кристалликъ ромбоидальнаго очертанія.

XVII. *Плотный мѣлъ (верхній горизонтъ пишущаго мѣла; $MgCO_3$ весьма мало); у села «Лиски» Воронежской губ.* Послѣ обработки слабой HCl даетъ значительное количество быстро свертывающейся коллоидальной массы. Частицъ крупнѣе 0,02 мм. совсѣмъ не видно. Точно также весьма немного (0,014%) частицъ 0,01 — 0,02 мм. (осѣвшихъ въ теченіе 10 мин.). Среди послѣднихъ до 40—50% обычныхъ кристалликовъ полевого шпата совершенно такого же вида, какъ и въ другихъ известнякахъ. Изрѣдка виднѣются карлсбадскіе двойники. Частицъ, осѣвшихъ въ теченіе сутокъ, оказалось 0,14%. Онѣ имѣли 0,005 — 0,002 мм. въ діаметрѣ.

XVIII. *Третичный мергель Градижска Кременчускаго у., Полтавской губ.* Третичный мергель мѣстечка Градижска подвергался неоднократ-

нымъ изслѣдованіямъ¹, какъ со стороны палеонтологической, такъ и физико-химической, вслѣдствіе его значенія въ дѣлѣ цементнаго производства.

Многo изслѣдованъ былъ образецъ, добытый изъ буровой скважины съ глубины нѣсколькихъ сажень отъ поверхности. Въ сухомъ состояніи онъ имѣетъ бѣлый цвѣтъ; тонко-мучнистъ; при высыханіи образуетъ плотную массу.

Послѣ обработки слабой HCl остается огромное количество зеленовато-бурой глинистой массы. При отстаиваніи въ теченіе 1 — 2 мин. получилось достаточное количество частицъ размѣрами 0,035 — 0,17 мм. Частицы большею частью остроугольны, неправильныхъ очертаній и принадлежали главнымъ образомъ кварцу, затѣмъ *слюду* и *хлориту*, зернамъ *глауконита*; встрѣчаются зеленоватые зерна палеохроннаго минерала (вѣроятно авгита). Довольно много сферическихъ стяженій, палочекъ и рогулекъ *сѣрной колчедана* или *марказита*. Встрѣтились два кристаллика *кварца* бипирамидальнаго габитуса. Ни микроклина, ни другихъ кристалликовъ полевого шпата не встрѣчено; только у двухъ-трехъ зеренъ замѣчались болѣе правильные контуры съ нерѣзкими полиэдрическими гранями.

XIX. *Известнякъ окрестностей станицы Жмеринки*. Известняки окрестностей Жмеринки, обнажающіеся по рѣкѣ Рову и впадающихъ въ него овраговъ, принадлежатъ третичной системѣ. Они имѣютъ видъ пастбищаго ракушечника; если и произошли въ нихъ какіе-либо процессы метаморфизаціи, то въ незамѣтной на глазъ степени. По трещинамъ мѣстами наблюдаются инкрустаціи *кальцита* и патечныя массы изъ него. Среди ракушечнаго известняка очень обычны прослойки мелко-оолитоваго иногда довольно плотнаго известняка. Для обработки соляной кислотой взяты именно оолитовыи известнякъ. Послѣ растворенія остается небольшой остатокъ, состоящій главнымъ образомъ изъ тонкихъ «глинистыхъ» частицъ. Въ небольшомъ количествѣ видны (подъ микроскопомъ) остроугольныя зерна *кварца*. Никакихъ окристаллованныхъ минераловъ не наблюдалось.

¹ Литературныя указанія приведены между прочимъ въ моей статьѣ о матеріалахъ, нужныхъ для цементнаго производства въ губ. Воронежской, Курской, Полтавской, Черниговской и Волынской въ изданіи Полтавскаго губ. земства «По вопросу объ организаціи земскаго областного цементнаго завода», 1913. Изданіе Полтав. Губ. Земства.

Сводя все вышесказанное, мы приходимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ.

1) Во всѣхъ изслѣдованныхъ известнякахъ древняго возраста: силурийскаго, девонскаго, каменноугольнаго и пермско-каменноугольнаго найдены въ значительномъ количествѣ кристаллы *полевого шпата*. Съ рѣзко выраженными правильными кристаллографическими очертаніями. Изъ болѣе молодыхъ такіе же кристаллы полевого шпата найдены изъ шести различныхъ мѣстностей только въ мѣду села Лисокъ. Въ известнякахъ третичной системы кристалловъ не встрѣчено. Такимъ образомъ обнаруживается, что процессъ фельдшпатизаціи известняковъ количественно связанъ съ относительно древностью этихъ породъ. Явленіе находитъ себѣ удовлетворительное объясненіе въ предположеніи позднѣйшаго образованія полевого шпата въ известнякахъ, благодаря гидрохимическимъ процессамъ, въ нихъ въ теченіе долгаго времени происходящихъ¹.

2) Характеръ, кристаллографическій и химическій, полевого шпата известняковъ отличается удивительнымъ постоянствомъ. Общій видъ кристалловъ болшею частью таблитчатый по различнымъ кристаллическимъ плоскостямъ, именно по (001), (010) и (110), которыя присутствуютъ почти у всѣхъ кристалловъ; рѣже отсутствуютъ грани {010}; или же коротко столбчатый по оси \bar{z} . Вслѣдствіе указанного обстоятельства кристаллы имѣютъ видъ гексагональных (по 001), или ромбоидальныхъ таблицъ по (010) или {110}; въ послѣднемъ случаѣ кристаллы нерѣдко имѣютъ ромбоэдрической видъ.

Своеобразными особенностями отличаются только кристаллы изъ известняка села Кнубри. Здѣсь, какъ описано было выше (стр. 112), вмѣстѣ съ обычными находятся въ огромномъ количествѣ тонкіе призматическіе кристаллы, представляющіе собою карлсбадскіе двойники. Подобныхъ по формѣ кристалловъ мнѣ не приходилось встрѣчать ни въ коллекціяхъ, ни видѣть на различныхъ изображеніяхъ. Кажется, никто не отмѣчалъ ихъ и въ микроскопическихъ препаратахъ различнаго рода горныхъ породъ.

¹ Когда работа была закончена, я получилъ отъ проф. П. И. Чирвинскаго «Микроскопическое и химическое изслѣдованіе мѣловыхъ и третичныхъ осадочныхъ породъ г. Вольска, Саратовской губ.» 1915. Проф. Чирвинскій не указываетъ присутствія кристалловъ полевого шпата въ изслѣдованныхъ имъ породахъ. Точно также и А. Д. Архангельскій въ своей обширной работѣ о верхнемѣловыхъ отложеніяхъ востока Европ. Россіи нигдѣ не указываетъ на присутствіе кристалловъ полевого шпата въ изслѣдованныхъ имъ подъ микроскопомъ остаткахъ отъ обработки мѣла соляною кислотою. Какъ рѣдкость встрѣчаются только обломки полевыхъ шпатовъ.

Двойниковые сростки, именно карлсбадскіе двойники (чаще наблюдаются равномерно развитые), наблюдались въ различномъ количествѣ, можно сказать, во всѣхъ известнякахъ.

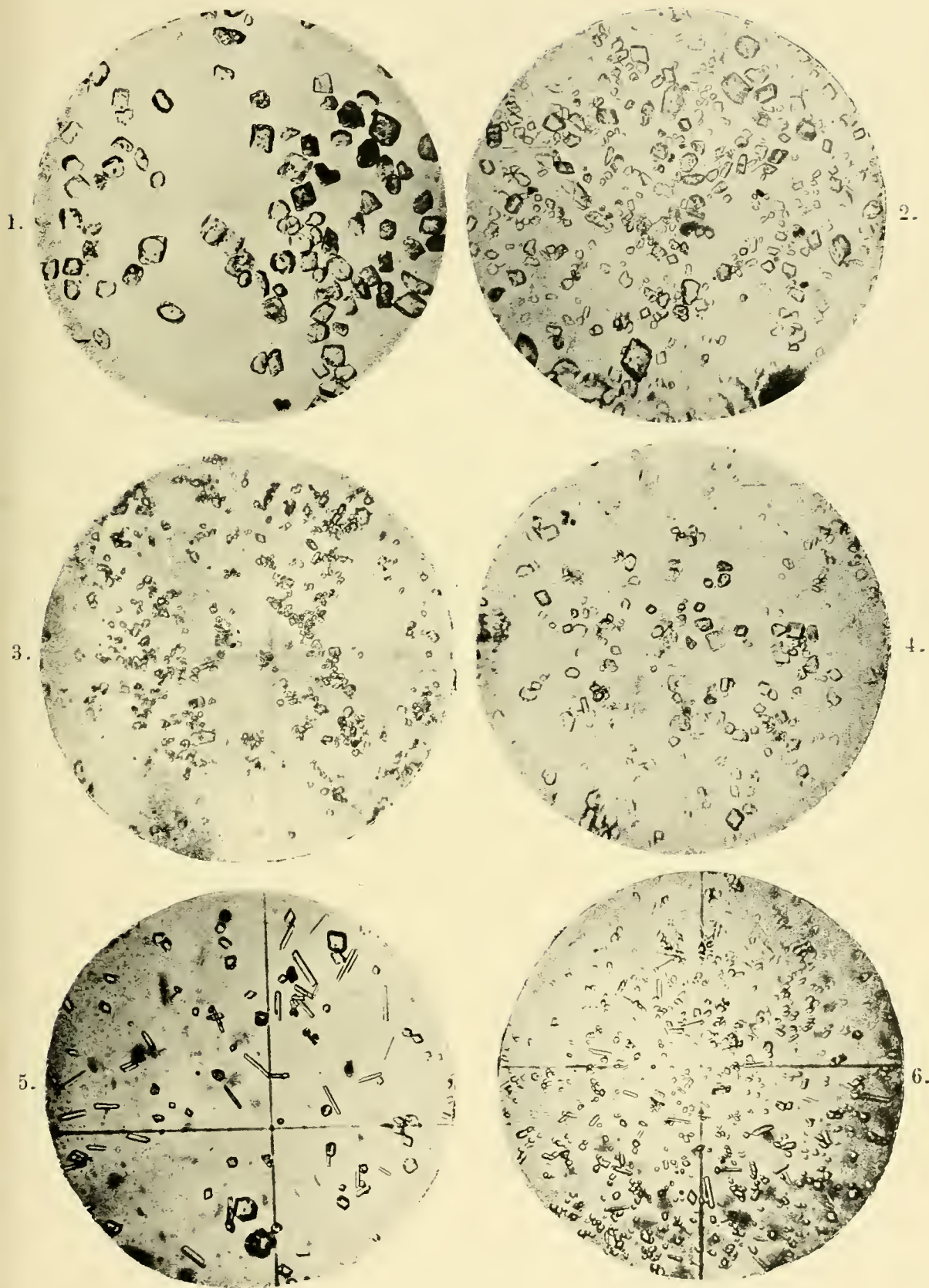
3) Оптическія свойства кристалловъ также однообразны. Въ кристаллахъ, пластинчатыхъ по $\{001\}$, очень обычна микроклиновая рѣшетка, иногда рѣдкая полосатость; часты кристаллы съ нормальными для ортоклаза оптическими явленіями; въ другихъ случаяхъ эти явленія отличаются совершенно тѣми же особенностями, которыя были описаны Grandjean'омъ; именно неодинаковое затемнѣніе на грани $\{001\}$ въ разныхъ частяхъ одного и того же кристалла; иногда обособленіе центральнаго ядра отъ периферическихъ частей. Болѣе однородными въ оптическомъ отношеніи являются кристаллы по $\{010\}$. Углы затемнѣнія отвѣчаютъ ортоклазу и натровому ортоклазу, аноклазу и въ единичныхъ случаяхъ—альбиту. Такимъ образомъ въ известнякахъ имѣются: микроклинъ, ортоклазъ калиевый и натровый, аноклазъ и, вѣроятно, изрѣдка альбитъ.

4) Химическій составъ двухъ изслѣдованныхъ образцовъ, именно каменноугольнаго известняка села Кнубри и девонскаго известняка съ рѣки Великой, показываетъ, что здѣсь имѣются на лицо вещества калиеваго и натроваго полевого шпата, чѣмъ подтверждаются заключенія, сдѣланныя на основаніи оптическихъ свойствъ. Въ полевомъ шпатѣ села Кнубри совершенно не оказалось окиси кальція, а въ рѣкѣ Великой хотя въ анализѣ и обнаруживается присутствіе извести, но столь малое количество, что придавать ему какое либо значеніе въ сужденіи о наличности известковыхъ полевыхъ шпатовъ едва ли есть основаніе. Само собою понятно, что химическій анализъ не рѣшаетъ вопроса и о существованіи натроваго силиката, какъ самостоятельнаго отдѣльнаго полевого шпата — альбита.

5) Всѣ обстоятельства и особенности полевыхъ шпатовъ согласно говорятъ за позднѣйшее образованіе ихъ въ известнякахъ вслѣдствіе чисто гидрхимическихъ процессовъ, протекавшихъ на небольшой глубинѣ отъ земной поверхности и не сопровождавшихся ни повышенной температурой, ни особенно значительнымъ давленіемъ. Это обстоятельство не слѣдуетъ упускать изъ виду при рѣшеніи нѣкоторыхъ вопросовъ, касающихся метаморфизма, въ частности — при сужденіяхъ о первичной породѣ, изъ которой произошла та или другая метаморфическая порода, такъ какъ метаморфизация можетъ сопровождаться глубокими химическими измѣненіями,—а также и въ вопросѣ о региональномъ метаморфизмѣ.

6) Весьма вѣроятно, что богатство щелочами глинъ, происшедшихъ отъ выщелачиванія известняковъ и доломитовъ, и преобладанія въ нихъ калия надъ натріемъ¹ объясняется тѣмъ же обстоятельствомъ, именно новообразованиемъ натрово-калиевыхъ полевыхъ шпатовъ въ известнякахъ и доломитахъ, изъ которыхъ глины произошли.

¹ Ries. Clays, their occurrence, properties and uses. New-York. 1908; см. также Н. Гипзбургъ. Опытъ характеристики генетическихъ типовъ глинистыхъ образований. Сборникъ научныхъ работъ, посвященныхъ проф. Ф. Ю. Левинсону-Лессингу. 1915.





Созрѣваніе и оплодотвореніе яйца *Salpa maxima—africana.*

В. В. Заленскаго.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 20 января 1916 г.).

Уже болѣе тридцати лѣтъ тянется споръ относительно характера эмбриональнаго развитія сальпъ. Я въ моей работѣ, касающейся развитія шести видовъ сальпъ (4) пришелъ къ заключенію, что зародышъ сальпъ строится не на счетъ дериватовъ оплодотвореннаго яйца, бластомеръ, а на счетъ клѣтокъ, происходящихъ изъ эпителія, окружающаго яйцевую клѣтку, такъ называемая фолликула, или стѣнки яйцевой камеры. Противъ этого мнѣнія возстали другіе эмбриологи: Тодаро (5), Гейдеръ (2), Коротневъ (3) и отчасти Бруксъ (1), которые приходятъ къ заключенію, что клѣтки, которымъ я приписывалъ такое большое значеніе, *гонобласты* или *какиммоциты*, неоплодотворенные элементы, не принимаютъ никакого участія въ развитіи зародыша, такъ какъ онѣ или поѣдаются бластомерами (Тодаро и Гейдеръ), или исчезаютъ, разрушаясь (Коротневъ). Одинъ только Бруксъ придавалъ имъ значеніе формативныхъ элементовъ, но съ ограниченіемъ, такъ какъ, по его мнѣнію, онѣ должны, образовавъ органы зародыша, разрушаться, уступая мѣсто дериватамъ оплодотвореннаго яйца.

Не смотря на этотъ рядъ изслѣдованій, противорѣчащихъ моимъ выводамъ, мои новыя изслѣдованія, произведенныя надъ развитіемъ одного вида сальпы, не изслѣдованнаго мною прежде, именно *Salpa zonaria*, не только убѣдили меня въ совершенной правильности моихъ прежнихъ выводовъ, но заставили меня, еще болѣе укрѣпиться въ моемъ мнѣніи¹. При моихъ изслѣдованіяхъ надъ *Salpa zonaria* я убѣдился, что многое изъ исторіи развитія сальпъ вообще должно подлежать новой переработкѣ, что во многихъ отно-

¹ Работа, о которой я здѣсь упоминаю, напечатана давно, но не можетъ быть выпущена въ свѣтъ за недостаткомъ рисунковъ, которые, по случаю военныхъ дѣйствій, не были своевременно посланы изъ Германіи.

неніяхъ, касающихся существенныхъ явленій развитія и я долженъ былъ исправить свои прежнія наблюденія. Поэтому, занимаясь въ продолженіи нѣсколькихъ лѣтъ на Вилльфраншской русской зоологической станціи, я воспользовался имѣющимся въ бухтѣ богатымъ матеріаломъ, чтобы провѣрить мои прежнія работы и дополнить ихъ новыми изслѣдованіями на тѣхъ видахъ салпы, которыя я изслѣдовалъ раньше.

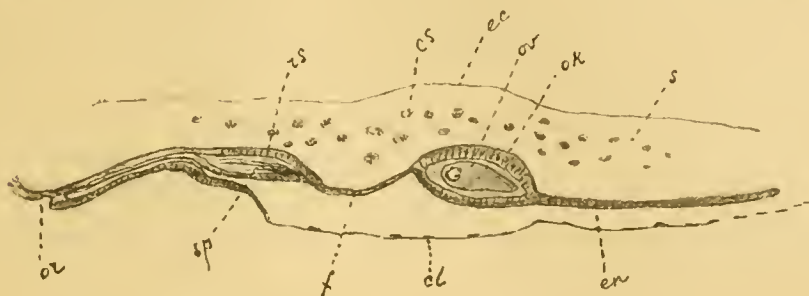
Предлагаемое теперь сообщеніе относится къ самымъ раннимъ явленіямъ развитія: созрѣванію и оплодотворенію яйца. Чрезвычайно своеобразныя явленія развитія салпы невольно вызываютъ предположеніе о томъ: не существуетъ ли въ процессѣ созрѣванія и оплодотворенія яйца какихъ нибудь явленій, могущихъ пролить нѣкоторый свѣтъ на причину оригинальныхъ процессовъ органогенезиса салпы. Изслѣдованія Тодаро (5) надъ созрѣваніемъ и оплодотвореніемъ яйца у *S. africana* и *S. pinnata*, равно и мои прежнія работы, гораздо менѣе детальныя, показали, что эти первичные процессы развитія салпы существенно не отличаются отъ того, что извѣстно изъ многочисленныхъ работъ въ этой области касающихся другихъ животныхъ. Собранный мною въ Вилльфраншѣ матеріалъ далъ мнѣ возможность провѣрить изслѣдованія Тодаро относительно *S. africana*, отчасти дополнить изслѣдованія итальянскаго ученаго, отчасти исправить ихъ.

Кромѣ Тодаро, надъ созрѣваніемъ и оплодотвореніемъ яйца работали Коротневъ. Результаты его изслѣдованій помѣщены въ его работѣ о развитіи *Salpa maxima africana* (3). Они очевидно основаны на наблюденіяхъ надъ неудачно консервированнымъ матеріаломъ, отрывочны и часто непонятны. Поэтому я на нихъ останавливаться не буду.

Съ результатами работы Тодаро мы познакомимся попутно при изложеніи моихъ изслѣдованій. Предварительно я считаю нужнымъ сказать нѣсколько словъ относительно номенклатуры частей личника, съ которыми мы будемъ имѣть дѣло. Это предварительное краткое замѣчаніе я считаю необходимымъ ввиду большой запутанности въ номенклатурѣ, часто затрудняющей пониманіе изложенія наблюденій.

Женскій половой аппаратъ текогонныхъ салпъ состоитъ изъ одного яйца (яйцевой кѣтки, или ооцита), заключеннаго въ энителиальный мѣшокъ, фолликулъ, или яйцевую камеру, и имѣющаго сначала шарообразную, потомъ овоидную форму (фиг. 1). Въ передней части, яйцевая камера образуетъ мѣшковидное расширеніе удлиняющееся назадъ въ длинный, сначала полый, потомъ плотный отростокъ, который Тодаро называетъ *sacco proligero*, я же называю воронкой, такъ какъ не согласенъ съ мнѣніемъ То-

даро, что этот мѣшокъ составляетъ источникъ для пролифераціи энтелія фолликулы (фиг. 1 *en*). Самый фолликулъ я предпочитаю называть яйцевой камерой (*ok*), такъ какъ онъ впоследствии заключаетъ не только яйцо или



Фиг. 1. Продольный фронтальный разрѣзъ черезъ женскій половой аппаратъ *S. africana*: *cl* — клоакальная стѣнка матери; *en* — воронка; *f* — шнуровидная часть яйцевода; *rs* — сѣмяпріемникъ (*receptaculum seminis*); *ok* — стѣнка яйцевой камеры (фолликулярный энтелій); *sp* — спермій; *cs* — кровяныя тѣльца; *ov* — яйцевая клѣтка; *s* — кровяной синусъ; *ce* — эктодермъ; *or* — женское половое отверстіе. (Увелич. Аросчг. ос. 2 + obj. 8).

его дериваты, но и неоплодотворенныя клѣтки, калиммоциты. Отъ передняго конца яйцевой камеры начинается яйцеводъ, состоящій изъ двухъ частей: задней проксимальной, шнуровидной (фиг. 1 *f*) и передней дистальной-полной, обыкновенно наполненной сперміями и называемой поэтому сѣмяпріемникомъ (*receptaculum seminis*), (фиг. 1, *rs*). Передняя часть яйцевода, суживаясь, направляется къ клоакальной стѣнкѣ и открывается въ клоакальную полость женскимъ половымъ отверстіемъ (*or*). Весь женскій половой аппаратъ помѣщается въ кровеносномъ синусѣ (фиг. 1, *s*) и слѣдовательно все время омывается кровью. Тодаро отрицаетъ такое отношеніе кровяного синуса къ женскому половому аппарату, и утверждаетъ, что послѣдній находится въ соединительной ткани, но я вновь изслѣдовалъ это отношеніе и убѣдился, что никакой соединительной ткани вокругъ полового аппарата нѣтъ, а кровеносную полость вокругъ него можно видѣть на любомъ поперечномъ (ср. фиг. 3, 6, 15 *s*), или продольномъ разрѣзѣ (фиг. 1, *s*). Кровеносная полость ограничена снаружи эктодермомъ, съ внутренней стороны стѣнкой клоакальной полости.

Та часть клоакальной стѣнки, которая лежитъ надъ сѣмяпріемникомъ, утолщается и образуетъ куполообразное возвышеніе надъ нимъ (фиг. 14, 15, *cle*). Позднѣе, когда яйцевая камера подвигается впередъ, вслѣдствіе укорачиванія всего яйцепровода, утолщеніе клоакальной стѣнки прикрываетъ яйцевую камеру и образующагося въ ней зародыша, образуя надъ послѣднимъ тонкій покровъ (ср. фиг. 14 и 15). Въ передней и нижней части

этого утолщенія — клоакальной оболочки располагается женское половое отверстіе (*ov*). Тодаро принялъ это утолщеніе за матку. Я не согласился съ этимъ взглядомъ Тодаро (6) и назвалъ эту покровную оболочку эпителиальнымъ бугромъ; я предполагалъ въ то время, что эта часть клоакальной стѣнки образуетъ эктодермъ зародыша. Послѣ изслѣдованій надъ развитіемъ *Salpa zonaria* я долженъ былъ отказаться отъ этого мнѣнія и поэтому называю эту оболочку клоакальною оболочкою. Она впоследствии распадается на нижнюю часть, составляющую боковую стѣнку плаценты, и на верхнюю, образующую клоакальный колпачекъ, провизорную оболочку, которая уже въ раннемъ періодѣ развитія постепенно сплющивается, превращается въ тонкую перепонку и наконецъ, съ развитіемъ клоакальной складки, совершенно исчезаетъ.

Отъ описанной сейчасъ клоакальной оболочки зародыша надо отличать другую оболочку, также клоакальнаго происхожденія и также окутывающую зародыша, но образующуюся позднѣе. Она извѣстна уже давно и является въ видѣ двухъ складокъ клоакальной стѣнки по обѣимъ сторонамъ зародыша, начинающихся у корня клоакальной оболочки. Эту оболочку я назвалъ складчатою оболочкою («*Faltenhülle*»). Тодаро (№ 6) разсматриваетъ ее какъ отпадающую оболочку зародыша и различаетъ въ ней наружную оболочку подъ именемъ *decidua reflexa* и внутреннюю — подъ именемъ *decidua vera*. Конечно, эта оболочка не имѣетъ ничего общаго съ отпадающими оболочками зародыша млекопитающихъ, и это названіе Тодаро никакой поддержки у послѣдующихъ наблюдателей не получило. Гейдеръ (№ 2, стр. 382) разсматриваетъ клоакальную оболочку, фолликулъ и складчатую оболочку вмѣстѣ какъ дѣтскій мѣшокъ и называетъ фолликулъ внутренней пластинкой, а клоакальную оболочку наружной стѣнкой *первичнаго дѣтскаго мѣшка*; складчатую оболочку она называетъ *вторичнымъ дѣтскимъ мѣшкомъ*. Онъ, очевидно, смѣшиваетъ понятіе о частяхъ совершенно различнаго происхожденія, такъ какъ клоакальная оболочка и складчатая оболочка суть дериваты клоакальной стѣнки матери, а фолликулъ или яйцевая камера дериватъ женскаго полового аппарата. Эмбриологически обѣ эти части имѣютъ совершенно различное происхожденіе, поэтому смѣшивать ихъ нельзя. Бруксъ (1) называетъ клоакальную оболочку эпителиальной капсулой (*Epithelial capsule of the embryo*).

Для большей ясности я буду называть мой прежній «*Epithelhügel*» клоакальною оболочкою до раздѣленія ея на верхнюю часть, одѣвающую зародыша, которую я назову *клоакальнымъ колпачкомъ*, и на нижнюю — *плаценту*. Вмѣсто названія «складчатая оболочка «*Faltenhülle*» я нахожу

болѣе удобнымъ названіе «клоакальная складка», такъ какъ это названіе отвѣчаетъ лучше происхожденію этой оболочки.

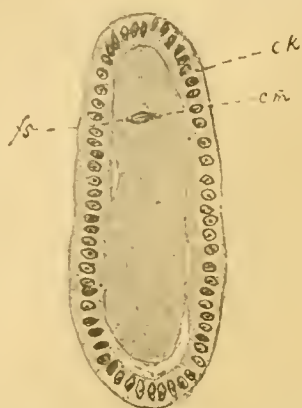
Мои изслѣдованія были произведены надъ матеріаломъ, собраннымъ въ Вильфраншѣ, фиксированномъ въ сулемѣ съ уксусной кислотой и сохраненномъ въ 70—80° алкоголь. Выдѣленные изъ тѣла матерп женскіе половые органы, послѣ известной процедуры были заливаемы въ парафинъ. Для просвѣтленія употреблялось кедровое масло. Окраской служили гематениъ Апати и желѣзный гематоксилинъ Гейденгайна. Послѣдній, равно какъ и желѣзные квасцы, служащіе для протравы, были употребляемы подогрѣтыми до 50°. Какъ плазматическая подкраска послѣ гематоксилина и гематениа служилъ эозинъ.

Перехожу теперь къ изложенію полученныхъ мною результатовъ.

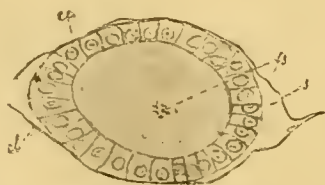
Какъ видно изъ фиг. 1, представляющей разрѣзъ женскаго полового аппарата до начала созрѣванія яйца, въ сѣмяприемникѣ уже заключается большое количество спермій. Они всегда чрезвычайно рѣзко выступаютъ на окрашенныхъ желѣзнымъ гематоксилиномъ препаратахъ, благодаря очень интенсивной окраскѣ головки и хвостиковъ. Ни одинъ изъ элементовъ яйца, за исключеніемъ хромозомъ, не окрашивается такъ сильно. Яйцевая клѣтка вмѣстѣ съ яйцевою камерою имѣетъ ововидную форму. Плазма ея мелкозерниста, окрашивается обыкновенно довольно слабо гематоксилиномъ и сильно эозиномъ. Она немного отстаетъ отъ стѣнокъ яйцевой камеры. На переднемъ ея концѣ помѣщается большой зародышевый пузырекъ. Такое положеніе пузырька временно; онъ перемѣщается вскорѣ изъ передняго полюса яйца въ задній, и это перемѣщеніе можетъ, собственно, считаться началомъ періода созрѣванія яйца. Какими причинами вызывается это передвиженіе зародышеваго пузырька: сокращеніемъ плазмы яйца, которое въ дѣйствительности существуетъ, или молекулярными движеніями плазмы, что также возможно, — это рѣшить очень трудно, особенно на яйцахъ такихъ животныхъ, какъ сальпы, гдѣ подборъ соответствующихъ стадій развитія зависитъ отъ случайности.

Въ ближайшей стадіи, которую я имѣлъ случай изслѣдовать на разрѣзахъ, зародышевый пузырекъ уже значительно подвинулся къ заднему полюсу яйца, но еще далеко не дошелъ до него. Онъ превратился въ митотическое веретено, лежащее въ *поперечномъ* направленіи, т. е. въ направленіи перпендикулярномъ тому, которое онъ занимаетъ во время образованія изъ него ядра первой полярной клѣтки (фиг. 2, fs). Какимъ образомъ совершается превращеніе зародышеваго пузырька въ веретено я не имѣлъ случая наблюдать, такъ какъ не имѣлъ соответствующихъ стадій развитія. Поче-

речное положеніе зародышеваго пузырька, пли вѣрнѣе веретена происходящаго изъ него, описано впервые Тодаро совершенно вѣрно (5). Опъ также



Фиг. 2. Фронтальный разръзъ черезъ яйцо съ первымъ веретеномъ, лежащимъ еще въ поперечномъ направленіи: *fs* — веретено; *ст* — центрозома; *ок* — стѣнка яйцевой камеры. (Ар. ос. 2 S. Im. 2).



Фиг. 3. Поперечный разръзъ черезъ яйцевую камеру съ яйцомъ въ стадіи Фиг. 2: *се* — эктодерма; *сl* — клоакальная стѣнка; *ок* — стѣнка яйцевой камеры; *fr* — веретено съ хроматическими нитями; *s* — кровяной синусъ. (Ар. ос. 4 Im. 1,5; умевшено вдвое).

смотря на это положеніе какъ на провизорное. Веретено зародышеваго пузырька красится чрезвычайно интенсивно желѣзнымъ гематоксиномъ, при чемъ красятся какъ хроматинныя нити такъ и хроматинныя петли. Эти послѣднія чрезвычайно мелки въ яйцахъ *S. africana*. Лучше

всего ихъ можно видѣть на поперечныхъ разръзахъ черезъ веретено (см. Фиг. 3 *fs*), хотя вслѣдствіе своей чрезвычайно мелкой величины онѣ и здѣсь видны не ясно. На Фиг. 3-й изображено яйцо изъ той стадіи развитія,



Фиг. 4. Сагиттальный разръзъ черезъ яйцевую камеру и яйцеводъ въ стадіи поворачиванія перваго веретена (*fs*), которое лежитъ наискось, *rs* — сѣмяпріемникъ; *f* — шнуровидная часть яйцевода; *ок* — стѣнка яйцевой камеры; *еп* — воронка; *r* — часть шнуровиднаго отдѣла яйцевода, превратившаяся въ полую трубку (Ар. ос. 2 + Im. 1,5).

когда веретено зародышевого пузырька поворачивается для того, чтобы перейти из поперечнаго положенія въ продольное.

Продольный разрѣзъ именно изъ этой стадіи развитія представленъ на фиг. 4. Этотъ разрѣзъ проведенъ въ сагиттальномъ направленіи, такъ что онъ прошелъ черезъ яйцевую камеру и черезъ основную часть яйцевой воронки; самый отростокъ ея не задѣтъ. Ооцитъ, лежащій въ яйцевой камерѣ залѣзаетъ на воронку въ видѣ отростка, совершенно соответствующаго своей формой формѣ воронки. Тодаро описалъ подобныя картины и заключаетъ изъ нихъ, что яйцо способно къ амёбоднымъ движеніямъ, съ тѣмъ вполнѣ можно согласиться. Во всякомъ случаѣ этотъ отростокъ временный, своего рода псевдоподій и для дальнѣйшаго развитія никакого значенія не имѣетъ, такъ какъ и самая воронка, которая уже въ начальныхъ стадіяхъ сегментации исчезаетъ.

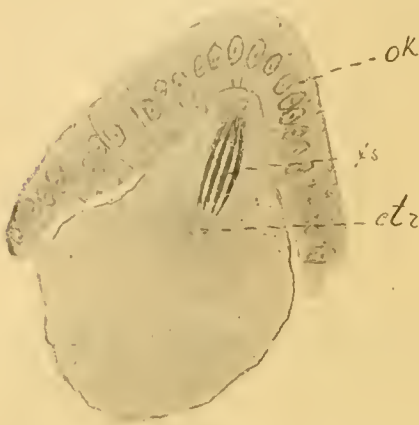
Противъ основанія воронки, вблизи отъ задняго полюса яйца лежитъ веретено зародышевого пузырька. По сравненію съ предыдущей фигурой, гдѣ это веретено занимаетъ поперечное положеніе, оно здѣсь измѣняетъ свое положеніе и становится нѣсколько наискось къ продольной оси яйца. Очевидно, поперечно-лежащее веретено поворачивается вокругъ своей поперечной оси для того, чтобы принять вертикальное положеніе.

Движеніе веретена ведетъ въ концѣ концовъ къ перемѣщенію его къ заднему полюсу яйца и къ продольному его положенію, которое мы и видимъ на фиг. 5. Съ тѣхъ поръ, какъ совершилось передвиженіе веретена зародышевого пузырька въ задній полюсъ, оба полюса получаютъ определенное значеніе: задній полюсъ становится полюсомъ созрѣванія яйца, такъ какъ въ немъ происходитъ образованіе полярныхъ клѣтокъ, а передній полюсъ — полюсомъ оплодотворенія, такъ какъ въ немъ происходитъ проникновеніе спермія и образованіе сѣменного пропуклеуса.

Вопросъ о проникновеніи спермія въ яйцевую клѣтку сальтъ составляетъ одну изъ труднѣйшихъ задачъ эмбріологіи сальтъ. До сихъ поръ никто не видѣлъ этого процесса; мнѣ къ сожалѣнію не удалось до сихъ поръ получить такихъ стадій развитія, въ которыхъ проникновеніе спермія совершается. Я могу только съ достовѣрностью сообщать, что этотъ процессъ совершается до отдѣленія первой полярной клѣтки, такъ какъ въ такой стадіи развитія, когда зародышевый пузырекъ является въ формѣ дѣлящагося веретена, можно уже пайти въ переднемъ полюсѣ яйца сформированный мужскій пропуклеусъ.

Если бы между яйцевою камерою и яйцеводомъ находилось открытое сообщеніе, то проникновеніе спермія въ яйцевую камеру было бы совер-

шенно понятно, и вопросъ этотъ разрѣшался бы самъ собою безъ непосредственныхъ наблюденій надъ этимъ процессомъ. Дѣло однако въ томъ, что этого сообщенія не существуетъ. Спермій, для того чтобы проникнуть въ яйцевую камеру, долженъ пройти довольно большое пространство черезъ шнуровидную заднюю часть яйцевода, плотную, не прорѣзанную каналомъ.



Фиг. 5. Фронтальный разрезъ черезъ заднюю часть яйцевой камеры съ яйцомъ въ стадіи образованія 1-й полярной кѣтки (первое веретено *fs*; *ctz* — центрозома; *ok* — стѣнка яйцевой камеры (Ар. ос. 4 + Im. 1,5).



Фиг. 6. Поперечный разрезъ черезъ шнуровидную часть яйцевода по стадіи фиг. 4. (Ар. ос. 4 + Im. 1,5)

Притомъ же и передняя стѣнка яйцевой камеры является вездѣ замкнутою.

Съ давнихъ поръ извѣстно, что во время самыхъ раннихъ стадій развитія яйца сальтъ происходитъ сокращеніе яйцевода именно на счетъ задней, плотной и шнуровидной его части. Тодаро (5) объясняетъ это сокращеніе

тѣмъ, что, вачиная съ передняго гранячащаго съ сѣмяприемникомъ отдѣла въ шнуровидной части происходитъ размноженіе кѣтокъ. Эта часть становится шире, получаетъ полость, сообщающуюся съ сѣмяприемникомъ, который слѣдовательно на счетъ этой части удлиняется. Этотъ процессъ идетъ постепенно спереди назадъ и наконецъ весь яйцеводъ превращается въ полый сѣмяприемникъ. Эти соображенія итальянскаго ученаго совершенно справедливы и я могу подтвердить такой способъ сокращенія плотной части яйцевода на препаратѣ, который нарисованъ на Фиг. 4, гдѣ очень ясно можно различить вновь образовавшуюся полую часть яйцевода (*r*) отъ существовавшей первоначально (*rs*). Но это все же не можетъ объяснить какими путями спермій пробирается въ яйцевую камеру, такъ какъ между вновь образовавшейся полую частью яйцевода и между яйцевой камерой находятся большая плотная часть яйцевода, которая никакого сообщенія съ яйцевой камерой не имѣетъ. Если бы даже въ плотной части яйцевода и появился каналъ, который Тодаро описываетъ и рисуетъ на своихъ фигурахъ 4-й и 5-й, то и тогда спермій приходилось бы часть пути пройти черезъ плотную часть яйцевода и проникнуть черезъ запертую переднюю

стѣнку яйцевой камеры. Канала этого, однако въ тѣхъ, стадіяхъ, на которыхъ онъ нарисованъ Тодаро, нѣтъ. Слѣдовательно, надо допустить, что спермій долженъ пройти черезъ плотную часть яйцевода.

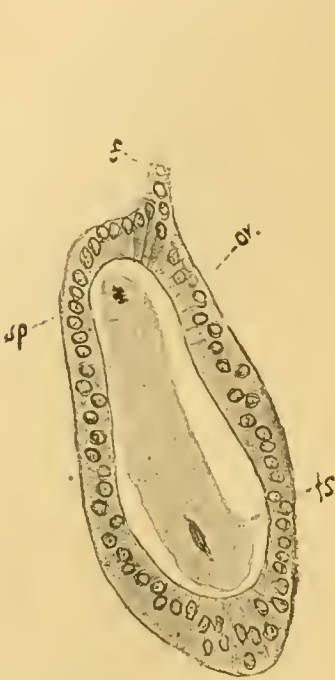
На продольныхъ разрѣзахъ (фиг. 4) плотная часть яйцевода является въ видѣ одного ряда клѣтокъ, плотно прилегающихъ другъ къ другу. Поэтому, надо было бы допустить, что спермій долженъ двигаться черезъ клѣтки, что разумѣется представляло бы громадныя затрудненія. Чтобы провѣрить картины, являющіяся на продольныхъ разрѣзахъ и составить себѣ ясное понятіе относительно поряднаго или двуряднаго расположенія плотной части яйцевода, я дѣлалъ поперечные разрѣзы черезъ эту часть. Одинъ изъ такихъ разрѣзовъ изображенъ на фиг. 6. На немъ совершенно отчетливо видно, что эта плотная часть яйцевода состоитъ изъ двухъ рядовъ клѣтокъ, не плотно прилегающихъ другъ къ другу. Оба эти ряда не видны ясно на продольныхъ сагитталныхъ разрѣзахъ, такъ какъ одинъ прикрываетъ другой; но на нѣкоторыхъ мѣстахъ, особенно ближе къ сѣмпріемнику можно различить два ряда ядеръ. Такъ какъ между обоими рядами клѣтокъ существуетъ промежутокъ, то это значительно облегчаетъ путь, которымъ спермій можетъ двигаться по направленію къ яйцевой камерѣ. Спермій до такой степени тонокъ, что онъ легко можетъ пробраться между клѣтками, если онѣ не совсемъ плотно прилегаютъ другъ къ другу.

Въ передней стѣнкѣ яйцевой камеры нѣтъ канала, могущаго сообщать яйцеводъ съ полостью этой камеры. Но, рассматривая при большихъ увеличеніяхъ эту часть стѣнки, можно замѣтить, что цилиндрическія клѣтки этой части не плотно прилегаютъ другъ къ другу; между ними находятся промежутки, наполненные однороднымъ веществомъ, не мелкозернистымъ, какъ плазма клѣтокъ. Очень можетъ быть, что черезъ это вещество, вѣроятно болѣе мягкое чѣмъ плазма, спермій могутъ найти наиболѣе удобный путь для проникновенія въ яйцевую камеру.

Выше было сказано, что прониканіе спермія вънутрь яйцевой камеры совершается до образованія первой полярной клѣтки. Разрѣзъ черезъ яйцо, изображенный на фиг. 7, показываетъ, что спермій проникаетъ еще въ то время когда веретено зародышеваго пузырька лежатъ продольно. Въ передней части яйцевой клѣтки находится круглое, сильно окрашенное гематоксилинномъ тѣльце (*sp*), которое и по своему положенію, и по своей интенсивной окраскѣ гематоксилинномъ, представляетъ несомнѣнную головку спермія. Судя по его темной окраскѣ, слѣдуетъ заключить, что этотъ молодой мужескій протоплазма состоитъ изъ хроматина, пронитивающаго плотную ядерную ахроматинное вещество. На слѣдующей стадіи развитія

въ мужскомъ пропуклеусѣ скопляется большое количество прозрачной жидкости, онъ получаетъ форму шаровиднаго пузырька, въ которомъ ясно видны хроматинныя зерна и нити.

Спермій проникаетъ въ яйцо всѣмъ своимъ тѣломъ: головкой и хвостикомъ. Головка превращается въ мужескій пропуклеусъ, хвостикъ погру-



Фиг. 7. Лйцевая камера съ яйцомъ, тотчасъ же за проникновениемъ спермія (*sp*): *ov* — яйцевая камера; *fs* — первое веретено.



Фиг. 8. Лйцевая камера во время образованія 1-й полярной клѣтки: *ok* — лйцевая камера; *sp* — 1-я полярная клѣтка; *fs* — первое веретено; *chr* — хроматинныя скопленія.

женъ въ плазму яйца и долгое время остается виднымъ. Обыкновенно хвостикъ спермія лежитъ въ передней части лйцевой клѣтки и даже высвобождается изъ ея поверхности. Въ такомъ видѣ встрѣчается онъ на разрѣзахъ яйца изъ стадій образованія первой полярной клѣтки (Фиг. 9 *cd*) и даже второй (Фиг. 10 *cd*). Въ болѣе позднихъ стадіяхъ развитія я уже его не встрѣчалъ; вѣроятно онъ разсасывается плазмой. Извѣстно, подобные примѣры вхожденія хвостика спермія не рѣдки при оплодотвореніи яицъ животныхъ напр. моллюсковъ.

На Фиг. 9 представленъ сагиттальный разрѣзъ черезъ лйцевую камеру съ яйцомъ въ стадіи послѣ отдѣленія первой полярной клѣтки. Мы видимъ изъ разрѣза, изображеннаго на Фиг. 8, что веретено зародышеваго пузырька распадается на двѣ полоски, которые въ переднемъ концѣ веретена,

лежащемъ въ яйцевой клѣткѣ, оканчивается двумя хроматинными группами.

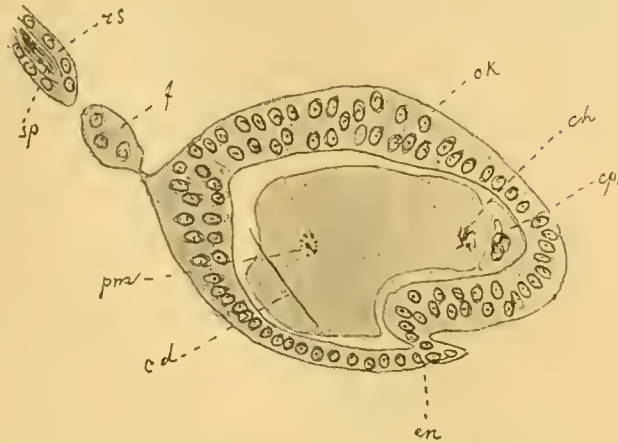
Эта фигура представляетъ нѣкоторое подобіе тому, что описано Бовери для *Ascaris megaloccephala*.

На заднемъ концѣ веретена, которое потомъ превращается въ ядро первой полярной клѣтки, такой двойственности хроматинныхъ группъ незамѣтно, можетъ быть потому что тамъ онѣ уже слились. Вообще процессъ развитія

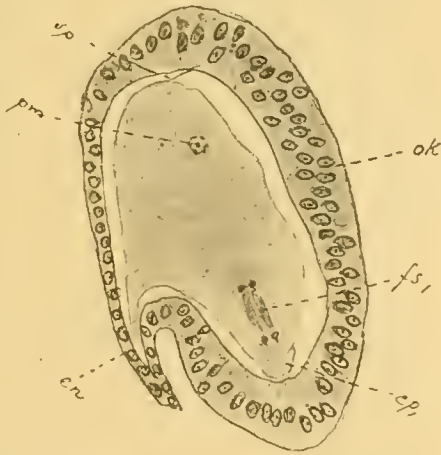
ядра въ задней части идетъ гораздо скорѣе чѣмъ въ передней, что особенно хорошо замѣтно именно на стадіи, фиг. 9, гдѣ задній конецъ веретена превратился уже въ готовое ядро, а передній состоитъ изъ хроматиновыхъ питей и зернышекъ. Къ сожалѣнію у меня недостаетъ стадій промежуточныхъ между этою стадіею и стадіею 2-го веретена, служащаго для образованія 2-ой полярной клѣтки и женскаго пронуклеуса. Поэтому я не могу рѣшить вопроса, наступаетъ ли послѣ этой стадіи покоящаяся стадія ядра или же хроматинъ и части ядра прямо переходятъ въ стадію 2-го веретена.

Эта стадія изображена на фиг. 10

въ сагиттальномъ разрѣзѣ. На обоихъ рисункахъ (фиг. 9 и 10) плазма яйца, какъ и на фиг. 4-й проникаетъ въ воронку; это явленіе надо считать совершенно нормальнымъ. На заднемъ полюсѣ яйца находится 1-я полярная клѣтка; разрѣзъ прошелъ только черезъ ея плазму и не задѣлъ ея ядра.



Фиг. 9. Сагиттальный разрѣзъ черезъ яйцевую камеру тотчасъ за образованіемъ 1-й полярной клѣтки (cp_1): *ch* — хроматинъ для образованія 2-го веретена; *ok* — стѣнка яйцевой камеры; *en* — воронка, въ которую проникла плазма яйцевой клѣтки; *pm* — мужской пронуклеусъ; *f* — шнуровидная часть яйцевода; *rs* — хвостикъ спермія. (Ар. ос. 2 + Im. 1, 5).



Фиг. 10. Сагиттальный разрѣзъ черезъ яйцевую камеру во время образованія 2-го веретена (fs_1): *cp'* — первая полярная клѣтка; *sp* — хвостикъ спермія въ плазмѣ яйца. Остальныя буквы какъ на фиг. 9. (Ар. ос. 2 + Im. 1, 5).

Непосредственно впереди 1-й полярной клѣтки находится 2-е веретено, состоящее изъ двухъ веретенъ, ясно отдѣленныхъ другъ отъ друга. Хроматинное вещество каждаго изъ веретенъ скопляется на обѣихъ полосахъ ихъ, такъ что мы имѣемъ здѣсь собственно говоря четыре скопленія хроматиннаго вещества, составляющія зачатки двухъ ядеръ и связанныхъ попарно



Фиг. 11. Фронтальный разрѣзъ черезъ яйцо и яйцевую камеру въ концѣ образованія 2-й полярной клѣтки и женскаго пронуклеуса: *cp*₁—1-я, *cp*₂—2-я полярная клѣтка; *fs*—веретено; *pf*—женскій пронуклеусъ двулопастный; *ok*—стѣнка яйцевой камеры; *pm*—мужескій пронуклеусъ двулопастной. (Ар. ос. 4—Im. 1, 5; уменьшенная вдвое).

волокнами ахроматиннаго вещества. Я долженъ отмѣтить, что такое парное распределение веретенъ и хроматиннаго вещества есть явленіе очень распространенное у сальпы. Оно имѣетъ провизорное значеніе, такъ какъ изъ каждой пары скопленій хроматина образуется по одному ядру: изъ задней пары—ядро 2-й полярной клѣтки, изъ передней—женскій пронуклеусъ. Оба эти деривата втораго веретена остаются соединенными даже и послѣ раздѣленія ихъ т. е. послѣ образованія 2-й полярной клѣтки, какъ это видно на разрѣзѣ, нарисованномъ на фиг. 11.

Фиг. 11 представляетъ фронтальный разрѣзъ черезъ яйцо въ стадіи конца образованія 2-й полярной клѣтки. Эта клѣтка совершенно уже отдѣлилась отъ яйцевой клѣтки, но ядро ея остается связаннымъ съ женскимъ пронуклеусомъ посредствомъ

пучка нитей въ которыхъ не трудно узнать изъ сравненія съ предыдущей стадіей ахроматинныя нити втораго веретена. Этотъ пучекъ нитей имѣетъ довольно характерное расположеніе; онъ сжатъ въ срединѣ, которая приходится какъ разъ въ щели между 2-й полярной клѣткой и яйцомъ, къ обоимъ полюсамъ онъ, напротивъ, расширяется вѣерообразно. Волокна становятся къ обоимъ полюсамъ тоньше и прикрѣпляются своими концами къ поверхности ядеръ, что можно очень точно прослѣдить особенно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ они идутъ сбоку ядра (ср. фиг. 11). На изображенномъ здѣсь препаратѣ видно даже, какъ одно волокно идетъ отъ ядра 2-й полярной клѣтки и прикрѣпляется къ ядру 1-й полярной клѣтки. Я не могу, однако, утверждать, чтобы это явленіе было нормально, такъ какъ видѣлъ его всего одинъ разъ.

Тодаро описываетъ процессъ образованія второй полярной клѣтки отлично отъ моего описанія. Онъ утверждаетъ (4, стр. 30), что изъ

остатка первичнаго веретена образуется шесть вторичныхъ веретенъ ахроматиннаго вещества. На концахъ каждаго изъ этихъ веретенъ образуется по пузырьку, содержащему хроматинъ. Задніе пузырьки образуютъ вмѣстѣ ядро 2-й полярной клѣтки; передніе превращаются въ женскіе пропуклеусы, которыхъ, слѣдовательно, Тодаро насчитываетъ шесть. Всѣ женскіе пропуклеусы должны, по Тодаро, сливаться поочередно съ мужскимъ пропуклеусомъ, который, по этому автору, одиночный.

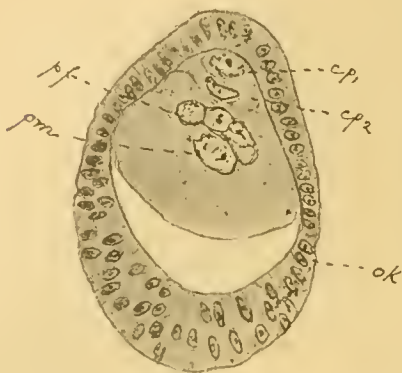
Причиной этой ошибки Тодаро служатъ лопастное строеніе ядра, являющееся у *S. maxima* и довольно распространенное у животныхъ вообще. Подобныя лопастные ядра встрѣчаются напримѣръ у *Chaetopterus*, *Eustylochus*, *Ciona*, *Physa* и проч. (см. Korschelt и Heider Lehrbuch d. vergl. Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgemeiner Theil 2-c Liefer., стр. 566). У *Salpa africana* эта многолопастная форма ядра выражена сильнѣе, чѣмъ у другихъ животныхъ и она свойственна, притомъ, не одному только женскому ядру, но вообще всѣмъ ядрамъ, являющимся въ клѣткахъ въ періодъ созрѣванія и оплодотворенія яйца: ядрамъ полярныхъ клѣтокъ, женскому и мужскому пропуклеусу. Поэтому видѣть въ этомъ явленіи какую нибудь важную особенность *S. maxima* нѣтъ никакого основанія. Нѣтъ также основанія думать, что женскій пропуклеусъ всегда состоитъ изъ шести лопастей (пузырьковъ, какъ говоритъ Тодаро). Число этихъ лопастей различно, и очень измѣнчиво. На фиг. 9-й мы видимъ ядро 1-й полярной клѣтки, состоящее изъ трехъ лопастей. Очень часто, и это видно на другихъ фигурахъ, ядро полярной клѣтки совершенно круглое. На фиг. 11 ядро 2-й клѣтки круглое, а на фиг. 12 оно состоитъ изъ двухъ пузырьковъ; женскій пропуклеусъ на фиг. 11 состоитъ изъ двухъ лопастей, а на фиг. 12 изъ четырехъ. Также и мужской пропуклеусъ очень часто круглый или овальный, а на фиг. 11 онъ двулопастный.



Фиг. 12. Также стадія развитія какъ фиг. 11, но въ сагиттальномъ разрѣзѣ. Буква какъ на фиг. 11, *en* — воронка. (Ар. ос. 4 + Im. 1, 5; уменьшенная вдвое).

Это интересное явленіе находитъ только отчасти объясненіе въ предыдущихъ стадіяхъ развитія. Такъ, существованіе двухъ отдѣльныхъ пузырьковъ ядра 2-й полярной клѣтки на фиг. 12 можетъ быть объяснено тѣмъ, что второе веретено состоитъ изъ двухъ ахроматинныхъ веретенъ и двухъ скопленій хроматина по одному на полюсахъ ахроматинныхъ веретенъ. Такъ какъ ядра образуются изъ скопленій хроматина, то понятно отсюда и двойное

число пузырьковъ ядра во 2-й полярной клѣткѣ. Существованіе четырехъ лопастей, или пузырьковъ въ женскомъ пронуклеусѣ происходитъ, можетъ быть, отъ дальнѣйшаго дѣленія первыхъ пузырьковъ. Существованіе трехлопастного ядра въ 1-й полярной клѣткѣ несомнѣнно происходитъ отъ послѣдующаго выроста ядра въ лопасти или пузырьки, такъ какъ первоначально ядро простое. Также надо сказать и относительно мужскаго пронуклеуса, который также первоначально простой и только впоследствии становится, и то не всегда, двулопастнымъ. Все это указываетъ на то, что въ ядрахъ различныхъ клѣтокъ, происходящихъ изъ яйца или изъ спермій происходитъ движеніе, имѣющее нѣкоторое подобіе съ амебообразнымъ.



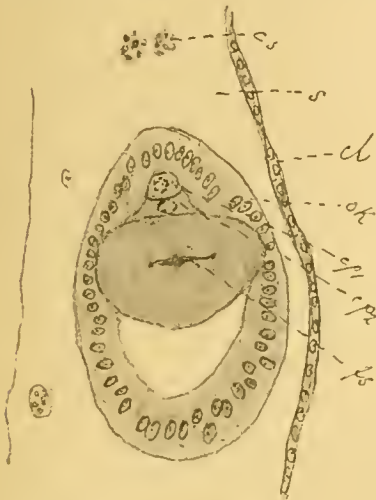
Фиг. 13. Фронтальный разрѣзъ черезъ яйцо въ яйцевой камерѣ въ стадіи сближенія пронуклеусовъ (*pf* и *pm*), 1-я (*cp₁*) и 2-я (*cp₂*) полярныя клѣтки: *ok* — стѣнка яйцевой камеры. (Ар. ос. 2 + Im. 1, 5).

Какимъ образомъ происходитъ слиявіе пронуклеусовъ я не видѣлъ, такъ какъ не имѣлъ соответственныхъ стадій развитія. Я имѣлъ случай только наблюдать полное сближеніе мужскаго и женскаго пронуклеусовъ (фиг. 13, *pm*, *pf*). Женскій пронуклеусъ (*pf*) состоялъ въ этомъ

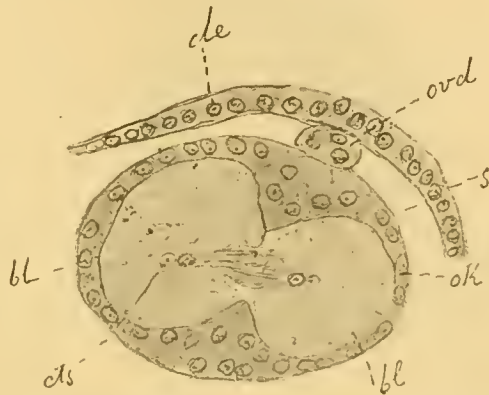
яйцѣ изъ трехъ лопастей, неодинаковыхъ по величинѣ, но тѣсно сближенныхъ другъ съ другомъ и образующихъ вмѣстѣ мелкую дугу. Съ этой дугой спереди соприкасается непосредственно мужскій пронуклеусъ (*pm*). Во всѣхъ ядрахъ находится сѣть ахроматиннаго вещества, въ которой разсѣяны хроматинныя птп и зернышки. Изъ ихъ расположенія можно заключить, что приготовления къ образованію перваго сегментаціоннаго веретена еще не наступили. Какъ характерное явленіе въ этомъ періодѣ развитія слѣдуетъ отмѣтить сильное сокращеніе яйцевой клѣтки спереди назадъ. Вся передняя часть яйцевой камеры становится пустою; яйцо занимаетъ заднюю часть ея, сокращаясь по направленію къ полярнымъ клѣткамъ.

Еще болѣе это сокращеніе выражено въ слѣдующей стадіи развитія, когда, очевидно, слияніе пронуклеусовъ уже произошло и они превратились въ первое сегментаціонное веретено (фиг. 14). Это веретено располагается въ поперечномъ направленіи, что указываетъ на характерное для всѣхъ салпъ направленіе первой борозды дѣленія. У всѣхъ салпъ первая борозда, раздѣляющая яйцо на первые два бластомера идетъ въ меридіональномъ направленіи. Первое сегментаціонное веретено, изображенное на фиг. 14,

находится въ той стадіи, когда хроматинныя зерна раздвинулись къ полюсамъ веретена. Ахроматинныя нити въ среднѣй веретена тѣсно сближены другъ съ другомъ. Въ слѣдующей стадіи развитія изображенной на фиг. 15 (разрѣзъ прошелъ не совсѣмъ вертикально) ахроматинныя волокна, на-



Фиг. 14. Фронтальный разрѣзъ черезъ яйцо въ яйцевой камерѣ въ періодъ образованія перваго сегментаціоннаго веретена (*sf*). Остальныя буквы, какъ на фиг. 13. (Ар. ос. 2 + Ім. 1,5).

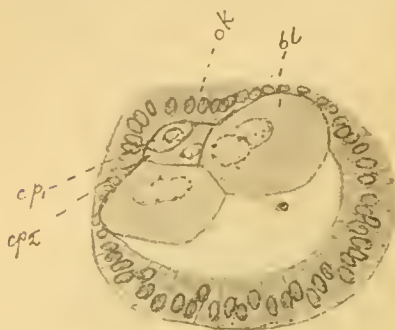


Фиг. 15. Косой фронтальный разрѣзъ черезъ яйцо въ яйцевой камерѣ въ стадіи раздѣленія яйцевой клѣтки на 2 бластомера (*bl*), соединенные другъ съ другомъ волокнами веретена: *cts* — центрозома; *ovd* — яйцеводъ; *s* — кровеносный синусъ; *ok* — стѣнка яйцевой камеры, утолщенная между бластомерами; *cle* — клоакальная оболочка. (Ар. ос. 2 + Ім. 1,5).

противъ, раздвинуты и сближены на полюсахъ. Замѣчательно, что въ этой стадіи развитія плазма яйцевой клѣтки уже раздѣлилась вполне на двѣ части, раздѣленные другъ отъ друга промежуткомъ, тогда какъ ядра еще совершенно не образовались и сегментаціонное веретено съ цѣльными ахроматинными волокнами, хроматинными скопленіями на полюсахъ веретена и соприкасающимися съ послѣдними центрозомами находятся въ полномъ развитіи. Обѣ части раздѣлившейся яйцевой клѣтки, обѣ бластомеры связаны другъ съ другомъ только пучкомъ волоконъ сегментаціоннаго веретена. Получается такая же картина связи клѣтокъ, какую мы видѣли на разрѣзахъ изъ стадіи образованія 2-й полярной клѣтки, гдѣ также связь между послѣдней и яйцевой клѣткой поддерживается только ахроматинными волокнами веретена.

Хроматинныя скопленія на полюсахъ веретена превращаются въ ядра бластомеръ. Въ послѣдней стадіи этого періода развитія эти скопленія уже выросли въ ядра обѣихъ бластомеръ. Фиг. 16 представляетъ разрѣзъ черезъ характерную первую стадію сегментаціи яйца. Яйцо раздѣлилось въ меридіональномъ направленіи на два бластомера (*bl*). На разрѣзѣ черезъ

яйцо въ стадіи сегментаціоннаго веретена (фиг. 14) легко замѣтить, что сокращенная яйцевая клѣтка давитъ на стѣнку яйцевой камеры и заста-



Фиг. 16. Фронтальный разрѣзъ черезъ яйцо въ яйцевой камерѣ во время окончательнаго образованія первыхъ двухъ blastomeres (bl): cp_1 1-я, cp_2 — 2-я полярная клѣтка. (Ар. ос. 2+Im. 1,5).

отношенію къ blastomeres то же, какъ и при сегментаціи яйца у другихъ животныхъ. Онѣ лежатъ противъ первой сегментаціонной борозды. Такое положеніе достигается механически. Полярныя клѣтки лежатъ съ самаго пачала въ заднемъ полюсѣ яйцевой камеры. Такъ какъ первая сегментаціонная борозда проходитъ въ яйцѣ въ продольномъ направленіи, т. е. параллельно продольной оси яйцевой камеры, то само собою разумѣется, полярныя клѣтки будутъ находиться противъ первой сегментаціонной борозды, т. е. между обоими первыми blastomeres.

Въ заключеніе, я долженъ сказать, что я никогда не видѣлъ у *Salpa africana* дѣленія полярныхъ клѣтокъ, которое описываетъ Тодаро. Я также не видѣлъ размноженія клѣтокъ эпителія сѣмяпріемника, уходящихъ по его словамъ въ яйцевую камеру. Въ послѣднюю входятъ, дѣйствительно клѣтки изъ яйцевода, но это во-первыхъ совершается во время сегментаціи, а во-вторыхъ эти клѣтки не происходятъ изъ эпителія сѣмяпріемника.

Цитированная литература.

1. W. K. Brooks. The genus *Salpa* (Mem. of the Biological Laboratory of John Hopkins University 1893).
2. K. Heider. Beiträge zur Embryologie von *Salpa fusiformis* (Abhandl. der Seukenbergsh. naturforsch. Gesellsaft Bd. XVIII. 1895).
3. A. Korotneff. Zur Embryologie der *Salpa africana* (Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. LXVI).
4. W. Salensky. Neue Untersuchung über die embryonale Entw. d. Salpen (Mitteil. der Zoolog. Stat. zu Neapel Bd. IV).
5. Fr. Todaro. Studi ulteriori sullo sviluppo delle *Salpe* (Atti Acad. Lincei. Mem. Vol. I, 1882).
6. Todaro. Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle *Salpe* (Att. Acad. Lincei 2-de série, Vol. II, 1875).

Sur les équations qui appartiennent aux surfaces
des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes
d'un liquide homogène en rotation.

Par A. Liapounoff (Liapunov).

(Présenté à l'Académie le 20 janvier (2 février) 1916).

1. En reprenant les notations dont nous nous sommes servi dans le Travail *Sur les figures d'équilibre peu différentes des ellipsoïdes etc.*, considérons de plus près les équations

$$(1) \quad \begin{cases} x = \sqrt{1+\zeta} \sqrt{\rho+1} \sin\theta \cos\psi, \\ y = \sqrt{1+\zeta} \sqrt{\rho+q} \sin\theta \sin\psi, \\ z = \sqrt{1+\zeta} \sqrt{\rho} \cos\theta \end{cases}$$

que nous avons admises dans la quatrième Partie de ce Travail pour représenter la surface d'une figure d'équilibre dérivée d'un ellipsoïde singulier ayant pour demi-axes

$$\sqrt{\rho+1}, \quad \sqrt{\rho+q}, \quad \sqrt{\rho}.$$

Dans ces équations, ζ est une fonction de θ et ψ qui est à déterminer en supposant qu'elle soit suffisamment petite en valeur absolue pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ , et nous avons vu qu'en définitive cette fonction se présente sous la forme d'une série procédant suivant les puissances entières et positives d'un paramètre α dépendant de la vitesse angulaire, ce paramètre étant choisi d'une manière convenable.

En choisissant ce paramètre de telle manière que la fonction ζ s'annule pour $\alpha = 0$ et soit de l'ordre de α , nous aurons ainsi:

$$(2) \quad \zeta = \zeta_1 \alpha + \zeta_2 \alpha^2 + \zeta_3 \alpha^3 + \dots,$$

où $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots$ sont des fonctions de θ et ψ que nous avons appris à calculer, et nous avons montré que ce sont des fonctions rationnelles entières des arguments

$$\sin \theta \cos \psi, \quad \sin \theta \sin \psi, \quad \cos \theta,$$

dont les degrés sont égaux à un certain multiple de leurs indices, en sorte que ζ_n sera de degré mn , où m est un nombre fixe, ne dépendant que du choix de l'ellipsoïde singulier qu'on considère.

Les fonctions ζ_n dépendent en général des constantes arbitraires, et de ces constantes on peut disposer de manière que la série (2) soit absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ , tant que $|\alpha|$ reste au-dessous d'une certaine limite.

On arrive au même but en fixant le choix du paramètre α et en faisant des hypothèses convenables au sujet du volume et de la position de la figure d'équilibre par rapport aux axes coordonnés.

Quant au choix du paramètre α , on peut le faire d'une infinité de manières différentes.

Par exemple, on peut prendre pour α la racine carrée de l'intégrale

$$\int \zeta^2 d\sigma,$$

où $d\sigma = \sin \theta d\theta d\psi$ et l'intégration s'étend à toute la surface sphérique Σ dont $d\sigma$ est l'élément*.

On peut aussi faire une infinité d'hypothèses différentes au sujet du volume de la figure d'équilibre cherchée; mais le plus naturel est de supposer que ce volume soit égal au volume de l'ellipsoïde singulier dont on part.

Quant enfin à la position de la figure d'équilibre par rapport aux axes coordonnés, on suppose seulement que l'axe de rotation du liquide coïncide avec l'axe des z , et sous cette condition on peut varier la position de la

* On ne doit pas confondre cette définition de α avec celle qui a été indiquée dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figure d'équilibre etc.*, et qui la rappelle par sa forme. Là nous avions en vue un but spécial, pour lequel la définition actuelle ne conviendrait pas.

figure comme on veut, pourvu que les variations de ζ qui en résultent soient assez petites. Or toute figure d'équilibre admet un plan de symétrie perpendiculaire à l'axe de rotation et au moins un plan de symétrie passant par cet axe. On peut donc placer cette figure dans une telle position que les plans coordonnés des xy et des xz en deviennent des plans de symétrie.

Si l'on choisit le paramètre α comme nous venons de dire et que l'on fasse les hypothèses indiquées au sujet du volume et de la position de la figure d'équilibre, la convergence de la série (2), pour des valeurs assez petites de α , sera assurée.

Dans ces hypothèses, les coefficients de la série (2) représenteront des fonctions rationnelles entières de deux arguments $\sin\theta\cos\psi$ et $\cos\theta$, ne dépendant d'aucune constante arbitraire. D'ailleurs tout coefficient ζ_n sera une fonction paire par rapport à $\cos\theta$ et paire ou impaire par rapport à $\sin\theta\cos\psi$, selon que le nombre mn est pair ou impair.

Du reste les hypothèses précédentes au sujet de α et du volume ne sont pas les seules qui conduisent à ces conclusions, et l'on voit facilement comment on peut en déduire une infinité d'autres hypothèses conduisant aux mêmes conclusions.

2. Sans nous arrêter à des hypothèses déterminées, nous allons seulement supposer que la série (2) soit uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ , quand $|\alpha|$ est assez petit.

Cette série définira alors une fonction ζ qui sera continue sur la surface de la sphère Σ .

De ce que nous avons montré dans le Travail cité plus haut, on peut conclure que la fonction ζ admettra les deux dérivées partielles du premier ordre,

$$\frac{\partial\zeta}{\partial\theta} \quad \text{et} \quad \frac{\partial\zeta}{\partial\psi},$$

qui s'obtiendront en différentiant la série (2) terme à terme. Mais la méthode que nous y avons employée ne permet pas de considérer les dérivées d'ordres supérieurs, et l'existence de ces dérivées n'a pas été établie.

A présent nous allons combler cette lacune en faisant voir que la fonction ζ admettra les dérivées de tous les ordres, et que ces dérivées s'obtiendront en différentiant la série (2) terme à terme.

Nous avons vu que les coefficients de la série (2) peuvent être supposés des fonctions entières de deux arguments: $\sin\theta\cos\psi$ et $\cos\theta$.

Cela étant, si nous posons

$$\sin \theta \cos \psi = x_1, \quad \cos \theta = x_2,$$

ζ_n sera un polynome entier en variables x_1 et x_2 de degré mn , et ce polynome sera tel que, A et L étant des nombres positifs fixes convenablement choisis, on aura

$$|\zeta_n| A^n \leq L,$$

quel que soit n et quelles que soient les valeurs réelles de x_1 et x_2 satisfaisant à la condition

$$x_1^2 + x_2^2 \leq 1.$$

Par suite, d'après une proposition générale que nous avons publiée récemment dans ce Bulletin (an. 1915, page 1857), on peut conclure que, si l'on assujettit α à vérifier l'inégalité

$$|\alpha| < A \left(1 + p - \sqrt{2p + p^2} \right)^m,$$

p étant un nombre positif donné, la série (2) sera absolument et uniformément convergente non seulement pour les valeurs réelles de x_1 et x_2 satisfaisant à la condition ci-dessus, mais encore pour des valeurs complexes de ces variables que l'on obtient en considérant l'inégalité

$$|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2 \leq \frac{1}{2} p^2,$$

et en faisant varier les nombres réels ξ_1 et ξ_2 sous la condition

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 \leq 1$$

de toutes les manières possibles.

Cette proposition fait voir que ζ sera une fonction analytique des variables x_1 et x_2 , et que la branche de cette fonction qui nous intéresse n'a pas de points critiques dans le domaine défini par la condition

$$|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2 \leq \frac{1}{2} p^2,$$

pourvu que la valeur considérée de α satisfasse à l'inégalité

$$|\alpha| < A \left(1 + p - \sqrt{2p + p^2} \right)^m.$$

Dans ces inégalités, le nombre positif p peut être arbitraire, et ξ_1 et ξ_2 peuvent avoir des valeurs réelles quelconques satisfaisant à la condition $\xi_1^2 + \xi_2^2 \leq 1$.

Le résultat que nous venons d'énoncer suffit pour pouvoir conclure que la fonction ζ , $|\alpha|$ étant assez petit, admet les dérivées de tous les ordres par rapport à

$$x_1 = \sin\theta \cos\psi \quad \text{et} \quad x_2 = \cos\theta,$$

quelles que soient les valeurs réelles de θ et ψ , et que ces dérivées peuvent être formées en différentiant la série (2) terme à terme.

Maintenant nous allons traiter la question d'une autre manière.

3. En entendant toujours par A et L des nombres positifs fixes, tels que, θ et ψ étant réels, on ait

$$(3) \quad |\zeta_n| A^n \leq L,$$

et en supposant $|\alpha| < A$, cherchons à développer la fonction ζ en une série de fonctions sphériques des variables θ et ψ .

Soit

$$\zeta = Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots,$$

Y_n étant une fonction sphérique d'ordre n .

Nous aurons

$$Y_n = \frac{2n+1}{4\pi} \int \zeta' P_n(\cos\varphi) d\sigma',$$

où

$$\cos\varphi = \cos\theta \cos\theta' + \sin\theta \sin\theta' \cos(\psi - \psi'),$$

$P_n(\cos\varphi)$ est un polynôme de Legendre à l'argument $\cos\varphi$, ζ' est ce que devient ζ en y remplaçant θ et ψ par θ' et ψ' , $d\sigma' = \sin\theta' d\theta' d\psi'$ et l'intégration s'étend à tous les éléments $d\sigma'$ de la surface de la sphère Σ .

En remplaçant ζ par son expression et en posant

$$\frac{2n+1}{4\pi} \int \zeta'_i P_n(\cos\varphi) d\sigma' = Y_n^{(i)},$$

nous présenterons Y_n sous la forme

$$Y_n = \sum_{(i)} Y_n^{(i)} \alpha^i,$$

où la somme ne contiendra que les termes pour lesquels

$$(4) \quad m i \geq n,$$

puisque, pour $m i < n$, $m i$ étant le degré de ζ_i par rapport à ses arguments

$$\sin \theta \cos \psi, \quad \sin \theta \sin \psi, \quad \cos \theta$$

$Y_n^{(i)}$ sera identiquement nul.

Cela posé, il est facile de voir que non seulement la série simple

$$(5) \quad Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots,$$

mais encore la série double

$$\sum_{(n)} \sum_{(i)} Y_n^{(i)} \alpha^i$$

sera absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ .

En effet, d'après (3), on a

$$\left| Y_n^{(i)} \right| < \frac{(2n+1)L}{A^i}.$$

Par suite, i_n étant la plus petite valeur de i qui satisfait à la condition (4), il viendra

$$\sum_{(i)} \left| Y_n^{(i)} \right| |\alpha|^i < (2n+1)L \left(\frac{|\alpha|}{A} \right)^{i_n} \frac{A}{A-|\alpha|};$$

et le second membre ne dépasse pas

$$(2n+1) \left(\frac{|\alpha|}{A} \right)^{\frac{n}{m}} \frac{L A}{A-|\alpha|}.$$

De là on voit que la série

$$\sum_{(n)} \sum_{(i)} \left| Y_n^{(i)} \right| |\alpha|^i$$

converge uniformément pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ .

En même temps l'inégalité

$$\left| Y_n \right| < (2n+1) \left(\frac{|\alpha|}{A} \right)^{\frac{n}{m}} \frac{L A}{A-|\alpha|}.$$

fait voir que la série (5) est ce que nous avons appelé, dans le Travail cité, une série de Laplace régulière, car, λ étant un nombre satisfaisant aux inégalités

$$\frac{|\alpha|}{A} < \lambda^m < 1,$$

l'inégalité ci-dessus donne

$$|Y_n| < L' \lambda^n,$$

où

$$L' = M \frac{L A}{A - |\alpha|},$$

M étant la plus grande des valeurs que prend l'expression

$$(2i+1) \left(\frac{|\alpha|}{A \lambda^m} \right)^{\frac{i}{m}}$$

quand i croît de 0 à ∞ .

De cette façon on voit que, sous la condition $|\alpha| < A$, la fonction ζ est développable suivant les fonctions sphériques de θ et ψ et que son développement représente une série de Laplace régulière.

4. Dans la première Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre etc.*, en étudiant les propriétés des séries de Laplace régulières, nous avons montré qu'une telle série représente une fonction de θ et ψ admettant les dérivées de tous les ordres et que ces dérivées peuvent être obtenues en différenciant la série terme à terme.

Donc ce que nous venons d'établir donne une nouvelle démonstration de l'existence des dérivées de ζ par rapport à θ et ψ de tous les ordres. Nous parvenons d'ailleurs à la conclusion que, pour obtenir ces dérivées, on peut différencier, terme à terme, non seulement le développement de ζ suivant les puissances de α , mais encore son développement suivant les fonctions sphériques.

Du reste on peut arriver à une conclusion encore plus large.

Si, dans le développement de ζ suivant les fonctions sphériques, on remplace ces fonctions par leurs développements suivant les puissances de α , on arrivera à une expression de ζ sous la forme d'une série double, savoir

$$(6) \quad \zeta = \sum_{(n)} \sum_{(i)} Y_n^{(i)} \alpha^i,$$

et nous venons de voir que cette série sera absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ .

Or, d'une manière toute semblable, on démontrera aussi la convergence absolue et uniforme de la série

$$\sum_{(n)} \sum_{(i)} \frac{\partial^{k+l} Y_n^{(i)}}{\partial \theta^k \partial \psi^l} \alpha^i.$$

En effet, la formule

$$\frac{\partial^{k+l} Y_n^{(i)}}{\partial \theta^k \partial \psi^l} = \frac{2n+1}{4\pi} \int \zeta'_i \frac{\partial^{k+l} P_n(\cos \varphi)}{\partial \theta^k \partial \psi^l} d\sigma',$$

si $n \geq k+l$, donne pour

$$\left| \frac{\partial^{k+l} Y_n^{(i)}}{\partial \theta^k \partial \psi^l} \right|$$

une limite supérieure de la forme

$$\frac{L F(n)}{A^i},$$

où $F(n)$ désigne une fonction entière du nombre n de degré $2(k+l)+1$ (Travail cité, 1-ère Partie, page 50); et si $n < k+l$, la même formule conduit à une limite supérieure de la forme

$$\frac{N}{A^i},$$

N étant un nombre fixe.

Par suite, comme au numéro précédent, on arrivera à la conclusion que la série

$$\sum_{(n)} \sum_{(i)} \left| \frac{\partial^{k+l} Y_n^{(i)}}{\partial \theta^k \partial \psi^l} \alpha^i \right|$$

converge uniformément pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ .

De là on voit que, pour obtenir les dérivées de ζ , on peut différentier son développement (6) après y avoir ordonné les termes de telle manière qu'on veut.

5. Considérons d'une manière générale les séries de Laplace régulières pour attirer l'attention sur une propriété importante de ces séries qui n'a pas été indiquée dans le Travail *Sur les figures d'équilibre*.

Soit donc

$$(7) \quad Y_0 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots$$

une telle série, Y_n étant une fonction sphérique de θ et ψ d'ordre n .

Par la propriété caractéristique de ces séries, on pourra alors assigner deux nombres positifs fixes L et λ , dont λ soit plus petit que 1, tels qu'on ait

$$|Y_n| \leq L\lambda^n,$$

quel que soit n et quelles que soient les valeurs réelles de θ et ψ .

Cela posé, désignons par R un nombre satisfaisant aux inégalités

$$1 < R < \frac{1}{\lambda}$$

et pouvant être aussi voisin de $\frac{1}{\lambda}$ qu'on veut, sans toutefois pouvoir être égal à cette limite, et considérons la série

$$Y_0 + Y_1 R + Y_2 R^2 + Y_3 R^3 + \dots$$

Cette série sera absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ . Elle représentera donc une fonction continue de ces variables que nous désignerons par $f(\theta, \psi)$.

En introduisant cette fonction, on peut exprimer la somme de la série (7) par une intégrale définie. En effet, on aura évidemment

$$(8) \quad \sum Y_n = \frac{R}{4\pi} \int \frac{(R^2 - 1)f(\theta', \psi') d\sigma'}{(R^2 - 2R \cos \varphi + 1)^{\frac{3}{2}}},$$

où $\cos \varphi$ a la même signification que précédemment et l'intégration s'étend à toute la surface de la sphère Σ .

Par cette formule on voit que toute série de Laplace régulière représente la valeur, sur la surface d'une sphère, d'une fonction harmonique, définie dans un certain domaine de l'espace qui contient la sphère à son intérieur.

Du reste cela résulte déjà de ce que la série

$$Y_0 + Y_1 r + Y_2 r^2 + \dots,$$

tant que $r < \frac{1}{\lambda}$, peut être différenciée terme à terme par rapport à r , θ , ψ autant de fois qu'on veut.

Or la formule (8) conduit encore à une autre conclusion importante: elle fait voir que toute série de Laplace régulière représente une fonction analytique de θ et ψ qui n'a pas de points critiques dans un certain domaine de valeurs complexes de θ et ψ renfermant le domaine des valeurs réelles.

En effet, θ et ψ ayant des valeurs complexes, l'égalité (8) ne cessera pas d'avoir lieu, pourvu que chacun des deux nombres

$$(9) \quad \left| e^{\varphi\sqrt{-1}} \right| \quad \text{et} \quad \left| e^{-\varphi\sqrt{-1}} \right|$$

reste au-dessous de R pour toutes les valeurs réelles de θ' et ψ' , et sous cette condition l'intégrale représentera évidemment une fonction continue et uniforme de θ et ψ avec toutes ses dérivées.

Envisageons de plus près cette condition, qui peut être exprimée par l'inégalité

$$(10) \quad \left| e^{\varphi\sqrt{-1}} \right| + \left| e^{-\varphi\sqrt{-1}} \right| < R + \frac{1}{R},$$

puisque le produit des deux nombres (9) est égal à 1.

6. Si nous posons

$$\varphi = \omega + \tau\sqrt{-1},$$

ω et τ étant des nombres réels, l'inégalité (10) s'écrira

$$e^{\tau} + e^{-\tau} < R + \frac{1}{R},$$

et l'on doit exprimer que cette inégalité a lieu quelles que soient les valeurs réelles de θ' et ψ' . Il faut donc commencer par chercher la plus grande valeur que peut atteindre l'expression $e^{\tau} + e^{-\tau}$, considérée comme fonction de θ' et ψ' .

Soit

$$\sin \theta \cos \psi = u_1 + v_1\sqrt{-1},$$

$$\cos \theta = u_2 + v_2\sqrt{-1},$$

$$\sin \theta \sin \psi = u_3 + v_3\sqrt{-1},$$

les u_i et les v_i étant des nombres réels.

D'après cela il viendra

$$\cos \varphi = \xi + \eta\sqrt{-1},$$

où

$$\begin{aligned}\xi &= u_1 \sin \theta' \cos \psi' + u_2 \cos \theta' + u_3 \sin \theta' \sin \psi', \\ \eta &= v_1 \sin \theta' \cos \psi' + v_2 \cos \theta' + v_3 \sin \theta' \sin \psi' .\end{aligned}$$

D'autre part, θ' et ψ' étant réels, nous aurons

$$\xi = \frac{e^{\tau} + e^{-\tau}}{2} \cos \omega, \quad \eta = - \frac{e^{\tau} - e^{-\tau}}{2} \sin \omega ;$$

d'où l'on tire, en faisant, pour abrégér,

$$e^{\tau} + e^{-\tau} = t,$$

cette équation du second degré en t^2 :

$$(11) \quad \frac{\xi^2}{t^2} + \frac{\eta^2}{t^2 - 4} = \frac{1}{4},$$

dont on devra considérer celle des deux racines qui est plus grande que 4.

La question revient donc à chercher le maximum de cette racine.

Voyons, pour cela, quel est l'ensemble de valeurs que peuvent recevoir ξ et η quand θ' et ψ' , tout en restant réels, varient d'une manière quelconque.

Remarquons d'abord que la relation

$$(u_1 + v_1 \sqrt{-1})^2 + (u_2 + v_2 \sqrt{-1})^2 + (u_3 + v_3 \sqrt{-1})^2 = 1,$$

que doivent vérifier les u_i et les v_i , donne ces deux équations entre ces nombres:

$$(12) \quad \begin{aligned}u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 &= 1 + v_1^2 + v_2^2 + v_3^2, \\ u_1 v_1 + u_2 v_2 + u_3 v_3 &= 0.\end{aligned}$$

Cela posé, si nous imaginons deux droites ayant pour cosinus directeurs par rapport à un trièdre trirectangle, l'une, les nombres

$$\frac{u_1}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}}, \quad \frac{u_2}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}}, \quad \frac{u_3}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}},$$

l'autre, les nombres

$$\frac{v_1}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2}}, \quad \frac{v_2}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2}}, \quad \frac{v_3}{\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2}},$$

ces droites seront perpendiculaires l'une à l'autre.

Par suite, si nous posons, pour abréger,

$$v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 = V^2,$$

en vertu de quoi l'on aura

$$u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 = 1 + V^2,$$

les quantités

$$\frac{\xi}{\sqrt{V^2+1}} \quad \text{et} \quad \frac{\eta}{V}$$

représenteront les cosinus des angles que fait la direction (θ', ψ') avec deux directions perpendiculaires l'une à l'autre.

On aura donc

$$(13) \quad \frac{\xi^2}{V^2+1} + \frac{\eta^2}{V^2} \leq 1,$$

et c'est là la condition qui définit l'ensemble cherché des valeurs dont ξ et η sont susceptibles.

Cela étant, on doit chercher le maximum de t^2 sous la condition (13).

Or la racine t^2 de l'équation (11) qui est plus grande que 4 est évidemment une fonction croissante de ξ^2 et de η^2 . Elle ne peut donc être maximum sous la condition (13) que si l'on a

$$\frac{\xi^2}{V^2+1} + \frac{\eta^2}{V^2} = 1;$$

et dans ce cas, quels que soient d'ailleurs ξ et η , elle sera égale à $4V^2+4$.

Donc le maximum cherché de t^2 sera $4V^2+4$, et nous arrivons ainsi à la conclusion que l'on aura toujours

$$(e^{\tau} + e^{-\tau})^2 \leq 4V^2 + 4,$$

ce qui se réduit à

$$e^{\tau} + e^{-\tau} \leq 2\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}.$$

De cette façon la condition que l'inégalité (10) doit être remplie pour toutes les valeurs réelles de θ' et ψ' se ramène à l'inégalité

$$\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} < \frac{R^2+1}{2R},$$

ou bien, en vertu de (12), à celle-ci:

$$\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2} < \frac{R^2 - 1}{2R}.$$

7. Nous avons entendu par R un nombre arbitraire qui est plus grand que 1 et plus petit que $\frac{1}{\lambda}$. Par suite, la condition étudiée, qui suffit pour qu'une série de Laplace régulière représente une fonction continue et uniforme de θ et ψ avec toutes ses dérivées, peut être exprimée par l'inégalité

$$\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} < \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda},$$

laquelle, en vertu de (12), peut encore être présentée soit sous la forme

$$\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2} < \frac{1 - \lambda^2}{2\lambda},$$

soit sous la forme

$$u_1^2 + v_1^2 + u_2^2 + v_2^2 + u_3^2 + v_3^2 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2}.$$

Nous avons donc la proposition suivante:

Étant considérée une série de Laplace régulière

$$Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots,$$

où Y_n est une fonction sphérique de θ et ψ d'ordre n , soit λ un nombre positif fixe, plus petit que 1, tel que, L étant un autre nombre positif fixe, convenablement choisi, on ait

$$|Y_n| \leq L\lambda^n,$$

quel que soit n , pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ . Alors, θ et ψ ayant des valeurs complexes, cette série représentera une fonction analytique de θ et ψ , qui n'aura pas de points critiques tant que

$$|\sin\theta \cos\psi|^2 + |\sin\theta \sin\psi|^2 + |\cos\theta|^2 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2}.$$

8. Nous allons maintenant supposer que, dans la série de Laplace régulière

$$Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots,$$

les Y_n soient des fonctions paires de l'angle ψ . Alors, si nous posons

$$\sin\theta \cos\psi = x_1, \quad \cos\theta = x_2,$$

les Y_n seront des fonctions entières de x_1 et x_2 , et la série considérée représentera, dans tout domaine où l'on a toujours

$$(14) \quad |x_1|^2 + |x_2|^2 + |1 - x_1^2 - x_2^2| < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2},$$

sans que l'inégalité se réduise à l'égalité, une fonction analytique de x_1 et x_2 sans points critiques.

Considérons de plus près l'inégalité (14).

On voit que cette inégalité sera remplie, si la quantité

$$|x_1|^2 + |x_2|^2$$

est au-dessous d'une certaine limite l , et il est facile d'obtenir cette limite, supposée être telle que, sous la condition

$$|x_1|^2 + |x_2|^2 \geq l,$$

on puisse trouver, pour x_1 et x_2 , des valeurs qui ne satisfassent pas à l'inégalité (14).

En effet, comme

$$|1 - x_1^2 - x_2^2| \leq 1 + |x_1|^2 + |x_2|^2,$$

on voit que l'inégalité (14) sera toujours remplie, si l'on a

$$(15) \quad |x_1|^2 + |x_2|^2 < \frac{(1 - \lambda^2)^2}{4\lambda^2}.$$

D'ailleurs, si

$$|x_1|^2 + |x_2|^2 \geq \frac{(1 - \lambda^2)^2}{4\lambda^2},$$

il suffit de rendre x_1 et x_2 purement imaginaires, pour que l'inégalité (14) ne soit pas remplie.

Sous la condition (15) la série

$$Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots$$

pourra être transformée en une série procédant suivant les puissances entières et positives de x_1 et x_2 . Donc, si l'on a

$$\frac{(1 - \lambda^2)^2}{4\lambda^2} > 1,$$

la fonction de θ et ψ , définie par cette série, sera développable suivant les puissances entières et positives de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ .

9. Considérons un problème un peu plus général.

Soient ξ_1 et ξ_2 des nombres réels assujettis à la condition

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 \leq 1.$$

Pour $x_1 = \xi_1$, $x_2 = \xi_2$, l'inégalité (14) sera satisfaite. Elle sera donc aussi satisfaite quand la quantité

$$|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2$$

est suffisamment petite.

Proposons-nous de rechercher la limite supérieure que cette quantité ne doit pas atteindre pour que l'inégalité (14) soit toujours remplie.

Posons, pour abréger,

$$|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2 = X^2,$$

$$|1 - x_1^2 - x_2^2| = \Delta,$$

$$|x_1|^2 + |x_2|^2 + \Delta = Z^2,$$

en sorte que l'inégalité (14) s'écrive

$$Z^2 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2}.$$

Comme on a

$$x_1 = u_1 + v_1\sqrt{-1}, \quad x_2 = u_2 + v_2\sqrt{-1},$$

il viendra

$$X^2 = (u_1 - \xi_1)^2 + (u_2 - \xi_2)^2 + v_1^2 + v_2^2,$$

$$Z^2 = u_1^2 + v_1^2 + u_2^2 + v_2^2 + \Delta,$$

$$\begin{aligned} \Delta^2 &= (1 + v_1^2 + v_2^2 - u_1^2 - u_2^2)^2 + 4(u_1 v_1 + u_2 v_2)^2 \\ &= (1 + u_1^2 + u_2^2 + v_1^2 + v_2^2)^2 - 4(u_1^2 + u_2^2) - 4(u_1 v_2 - u_2 v_1)^2. \end{aligned}$$

Soit ensuite

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2},$$

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2},$$

$$\xi = \sqrt{\xi_1^2 + \xi_2^2}.$$

Tenant compte de ce que

$$|u_1 \xi_1 + u_2 \xi_2| \leq u \xi,$$

nous aurons

$$(16) \quad X^2 \geq (u - \xi)^2 + v^2,$$

ce qui donne

$$u^2 + v^2 \leq X^2 - \xi^2 + 2\xi u.$$

Nous aurons ensuite

$$\begin{aligned} Z^2 &= u^2 + v^2 + \Delta \\ &\leq X^2 - \xi^2 + 2\xi u + \Delta, \\ \Delta^2 &\leq (1 + u^2 + v^2)^2 - 4u^2 \\ &\leq (1 + X^2 - \xi^2 + 2\xi u)^2 - 4u^2. \end{aligned}$$

D'après cela, en faisant, pour abrégér,

$$\sqrt{(1 + X^2 - \xi^2 + 2\xi u)^2 - 4u^2} = D,$$

il vient

$$(17) \quad Z^2 \leq X^2 - \xi^2 + 2\xi u + D.$$

Le second membre de cette inégalité, X et ξ étant considérés comme des constantes, est une fonction de u que nous désignerons par $F(u)$.

Cherchons le maximum de cette fonction sous la condition (16), d'après laquelle, en supposant X positif, on doit avoir

$$u \leq \xi + X.$$

On trouve que ce maximum s'obtient lorsque u devient égal au plus petit des deux nombres

$$\xi + \frac{\xi X^2}{1 - \xi^2} \quad \text{et} \quad \xi + X.$$

Donc, quand on a

$$\xi X \leq 1 - \xi^2,$$

le maximum cherché sera égal à

$$F\left(\xi + \frac{\xi X^2}{1 - \xi^2}\right) = 1 + \frac{2X^2}{1 - \xi^2}.$$

et quand

$$(18) \quad \xi X > 1 - \xi^2,$$

il sera

$$F(\xi + X) = (\xi + X)^2 + |(\xi + X)^2 - 1|,$$

ce qui se réduit à

$$F(\xi + X) = 2(\xi + X)^2 - 1,$$

puisque l'inégalité (18), ξ ne dépassant pas 1, donne

$$\xi + X > 1.$$

D'après cela, l'inégalité (17) donnera:

$$\text{pour } \xi X \leq 1 - \xi^2, \quad Z^2 \leq 1 + \frac{2X^2}{1 - \xi^2},$$

$$\text{pour } \xi X > 1 - \xi^2, \quad Z^2 \leq 2(\xi + X)^2 - 1.$$

D'ailleurs, dans le premier cas, en posant

$$u_1 = \left(1 + \frac{X^2}{1 - \xi^2}\right) \xi_1, \quad v_1 = \sqrt{(1 - \xi^2)^2 - \xi^2 X^2} \frac{X \xi_1}{(1 - \xi^2) \xi},$$

$$u_2 = \left(1 + \frac{X^2}{1 - \xi^2}\right) \xi_2, \quad v_2 = \sqrt{(1 - \xi^2)^2 - \xi^2 X^2} \frac{X \xi_2}{(1 - \xi^2) \xi},$$

on aura l'égalité

$$(19) \quad Z^2 = 1 + \frac{2X^2}{1 - \xi^2}$$

et, dans le second cas, si l'on pose

$$(20) \quad \begin{cases} u_1 = (\xi + X) \frac{\xi_1}{\xi}, & v_1 = 0, \\ u_2 = (\xi + X) \frac{\xi_2}{\xi}, & v_2 = 0, \end{cases}$$

on aura l'égalité

$$(21) \quad Z^2 = 2(\xi + X)^2 - 1.$$

Du reste, pour les valeurs (20) de u_1, v_1, u_2, v_2 , l'égalité (21) aura lieu dans tous les cas où

$$\xi + X \geq 1.$$

Remarquons que

$$1 + \frac{2X^2}{1 - \xi^2} \geq 2(\xi + X)^2 - 1,$$

où l'égalité ne peut avoir lieu que si

$$\xi X = 1 - \xi^2.$$

Par suite, on aura toujours

$$(22) \quad Z^2 \leq 1 + \frac{2X^2}{1 - \xi^2};$$

mais l'égalité ne pourra avoir lieu que dans le cas où

$$\xi X \leq 1 - \xi^2.$$

10. Maintenant il est facile d'arriver à la solution du problème que nous nous sommes proposé.

En effet, d'après (22) on aura toujours

$$Z^2 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2},$$

si l'on a

$$X < \frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \sqrt{1 - \xi^2}.$$

D'autre part, si l'on a

$$X \geq \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda} - \xi,$$

d'où il vient

$$\xi + X > 1,$$

l'égalité (21) sera possible, et, si elle a lieu, il viendra

$$Z^2 \geq \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2}.$$

Cela donne déjà la solution du problème dans le cas particulier où l'on a

$$\xi = \frac{2\lambda}{1 + \lambda^2},$$

puisque, pour cette valeur de ξ , les deux limites

$$\frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \sqrt{1 - \xi^2} \quad \text{et} \quad \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda} - \xi$$

deviennent égales. Leur valeur commune, qui est

$$\frac{(1 - \lambda^2)^2}{2\lambda(1 + \lambda^2)},$$

représente donc alors la limite supérieure cherchée de X .

Pour toutes les autres valeurs de ξ , on aura

$$\frac{1 + \lambda^2}{2\lambda} - \xi > \frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \sqrt{1 - \xi^2},$$

et nous devons encore examiner les cas où

$$(23) \quad \frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \sqrt{1 - \xi^2} \leq X < \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda} - \xi.$$

En passant à ces cas, supposons d'abord que l'on ait

$$\xi < \frac{2\lambda}{1 + \lambda^2}.$$

Alors, comme on a

$$\xi + X < \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda},$$

il viendra

$$(\xi + X) \xi < 1,$$

ce qui assure la possibilité de l'égalité (19). Or, cette égalité ayant lieu, on aura, en vertu de (23),

$$Z^2 \geq \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2}.$$

Supposons ensuite que l'on ait

$$\xi > \frac{2\lambda}{1 + \lambda^2},$$

ce qui donne

$$\frac{1 - \lambda^2}{1 + \lambda^2} > \sqrt{1 - \xi^2}.$$

Alors, d'après (23), on aura

$$\xi X > \frac{1 - \lambda^2}{1 + \lambda^2} \sqrt{1 - \xi^2} > 1 - \xi^2,$$

et sous cette condition il viendra

$$Z^2 \leq 2(\xi + X)^2 - 1.$$

On aura donc

$$Z^2 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda}.$$

En résumé, nous arrivons ainsi à la conclusion suivante:

Soit $\Phi(\xi)$ la fonction définie par les formules:

$$\text{pour } \xi \leq \frac{2\lambda}{1 + \lambda^2}, \quad \Phi(\xi) = \frac{1 - \lambda^2}{2\lambda} \sqrt{1 - \xi^2},$$

$$\text{pour } \xi \geq \frac{2\lambda}{1 + \lambda^2}, \quad \Phi(\xi) = \frac{1 + \lambda^2}{2\lambda} - \xi.$$

Alors la condition nécessaire et suffisante pour qu'on ait

$$|x_1|^2 + |x_2|^2 + |1 - x_1^2 - x_2^2| < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2}$$

pour toutes les valeurs complexes de x_1 et x_2 qui correspondent à une valeur donnée de la quantité

$$|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2,$$

ξ_1 et ξ_2 étant des nombres réels donnés, assujettis à la condition

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 \leq 1,$$

s'exprimera par l'inégalité

$$\sqrt{|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2} < \Phi(\sqrt{\xi_1^2 + \xi_2^2}).$$

Cette condition étant remplie, la fonction définie par la série

$$Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots$$

sera développable suivant les puissances entières et positives de $x_1 - \xi_1$ et $x_2 - \xi_2$.

On voit que, ξ variant de 0 à 1, $\Phi(\xi)$ est une fonction continue et décroissante. Donc la plus petite valeur de cette fonction dans l'intervalle (0,1) est

$$\Phi(1) = \frac{(1 - \lambda)^2}{2\lambda}.$$

Par suite, si l'on a

$$\sqrt{|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2} < \frac{(1 - \lambda)^2}{2\lambda},$$

la fonction définie par la série considérée sera développable suivant les puissances entières et positives de $x_1 - \xi_1$ et $x_2 - \xi_2$, quelles que soient les valeurs réelles de ξ_1 et ξ_2 satisfaisant à la condition

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 \leq 1.$$

11. Après cette digression, revenons à la fonction ζ , définie sous la condition $|\alpha| < A$ (n° 3), pour les valeurs réelles de θ et ψ , par la série

$$(24) \quad \zeta = \zeta_1 \alpha + \zeta_2 \alpha^2 + \zeta_3 \alpha^3 + \dots,$$

et appliquons les conclusions précédentes à son développement

$$(25) \quad \zeta = Y_0 + Y_1 + Y_2 + \dots$$

suitant les fonctions sphériques de θ et ψ .

Nous avons vu que ce développement est une série de Laplace régulière, pour laquelle le nombre λ peut avoir toute valeur qui satisfait aux inégalités

$$\frac{|z|}{A} < \lambda^m < 1.$$

Par suite, on peut appliquer au développement (25) la proposition du n° 7, en entendant par λ un nombre aussi voisin de

$$(26) \quad \left(\frac{|z|}{A} \right)^{\frac{1}{m}}$$

qu'on veut. Or la condition qui figure dans cette proposition s'exprime par une inégalité qui ne doit pas se réduire à une égalité. On peut donc simplement y remplacer λ par le nombre (26).

De cette façon, en faisant pour abrégér

$$|\alpha| = a,$$

et en supposant que, θ et ψ ayant des valeurs complexes, on ait toujours

$$(27) \quad |\sin \theta \cos \psi|^2 + |\sin \theta \sin \psi|^2 + |\cos \theta|^2 < \frac{1}{2} \left[\left(\frac{a}{A} \right)^{\frac{2}{m}} + \left(\frac{A}{a} \right)^{\frac{2}{m}} \right],$$

nous pouvons conclure que la série dans la formule (25) ne cessera pas d'être absolument convergente. Cette formule pourra donc servir à définir la fonc-

tion ζ pour des valeurs complexes de θ et ψ , et dès lors ce sera une fonction analytique de ces variables, n'ayant pas de points critiques sous la condition (27).

Il est facile de s'assurer que, sous la même condition; la fonction ζ sera développable suivant les puissances de α , en sorte que la série (24) sera encore absolument convergente.

En effet, soit R un nombre quelconque, compris entre 1 et $\left(\frac{A}{a}\right)^{\frac{1}{m}}$ sans être égal à ces limites, et supposons que θ et ψ sont assujettis à vérifier l'inégalité

$$(28) \quad |\sin \theta \cos \psi|^2 + |\sin \theta \sin \psi|^2 + |\cos \theta|^2 < \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R^2} + R^2 \right),$$

laquelle ne doit jamais se réduire à l'égalité.

Dans ces conditions, on aura

$$\frac{R(R^2 - 1)}{(R^2 - 2R \cos \varphi + 1)^{\frac{3}{2}}} = \sum_{n=0}^{\infty} (2n + 1) P_n(\cos \varphi) \frac{1}{R^n};$$

la série du second membre étant absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ' et ψ' .

Par suite, la somme de la série (25) pourra s'exprimer par la formule (8), ce qui donnera

$$\zeta = \frac{R}{4\pi} \int \frac{(R^2 - 1) f(\theta', \psi') d\sigma'}{(R^2 - 2R \cos \varphi + 1)^{\frac{3}{2}}},$$

où

$$f(\theta', \psi') = Y_0 + Y_1(\theta', \psi') R + Y_2(\theta', \psi') R^2 + \dots$$

Or, θ' et ψ' ayant des valeurs réelles, les $Y_n(\theta', \psi')$ seront développables suivant les puissances de α .

Nous aurons donc

$$f(\theta', \psi') = \sum_{(n)} \sum_{(i)} Y_n^{(i)}(\theta', \psi') R^n \alpha^i,$$

et cette série double, d'après ce que nous avons vu au n° 3, sera absolument convergente. D'ailleurs elle convergera uniformément pour toutes les valeurs réelles de θ' et ψ' .

D'après cela on voit que, sous la condition (28), on aura

$$\zeta = \sum_{(n)} \sum_{(i)} Y_n^{(i)} \alpha^i,$$

la série double étant absolument convergente.

Il en sera donc aussi de même sous la condition (27), puisque le nombre R , qui ne figure pas dans cette série, peut être pris aussi voisin de $\left(\frac{A}{a}\right)^{\frac{1}{m}}$ qu'on veut.

Donc, à plus forte raison, la série (24) sera absolument convergente sous la condition (27).

Ajoutons que, si l'on désigne par p un nombre réel satisfaisant à l'inégalité

$$(29) \quad 2p^2 + 1 < \frac{1}{2} \left[\left(\frac{a}{A} \right)^{\frac{2}{m}} + \left(\frac{A}{a} \right)^{\frac{2}{m}} \right],$$

toutes les séries considérées seront uniformément convergentes pour toutes les valeurs complexes de θ et ψ qui satisfont à la condition

$$(30) \quad |\sin \theta \cos \psi|^2 + |\sin \theta \sin \psi|^2 + |\cos \theta|^2 \leq 1 + 2p^2.$$

Or l'inégalité (29), en supposant p positif, est équivalente à celle-ci:

$$(31) \quad |\alpha| < A \left(\sqrt{1 + p^2} - p \right)^m.$$

Nous pouvons donc conclure que, p étant un nombre positif arbitraire, ζ sera une fonction analytique de θ et ψ qui n'aura pas de points critiques dans le domaine défini par la condition (30), pourvu que α satisfasse à l'inégalité (31).

12. Supposons maintenant, ce qui est permis, que les coefficients de la série (24) soient des fonctions paires de ψ . Ce seront alors des fonctions entières de

$$x_1 = \sin \theta \cos \psi \quad \text{et} \quad x_2 = \cos \theta,$$

et les conclusions du n° 10, en y remplaçant λ par $\left(\frac{a}{A}\right)^{\frac{1}{m}}$, seront applicables à la fonction ζ .

Nous allons toutefois présenter le résultat sous une autre forme.

Reportons-nous, pour cela, au n^o 9 et supposons qu'on ait

$$X \leq p,$$

p étant un nombre positif donné.

Alors l'inégalité (22), qui aura toujours lieu, donnera

$$Z^2 \leq 1 + \frac{2p^2}{1 - \xi^2}.$$

Par suite, pour qu'on ait

$$(32) \quad Z^2 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2},$$

il suffit de supposer

$$1 + \frac{2p^2}{1 - \xi^2} < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2},$$

et cette inégalité, en supposant λ positif et plus petit que 1, est équivalente à celle-ci:

$$\lambda < \sqrt{1 + \frac{p^2}{1 - \xi^2}} - \frac{p}{\sqrt{1 - \xi^2}}.$$

Du reste, quand on a

$$p\xi > 1 - \xi^2,$$

on peut obtenir, pour λ , une limite supérieure plus précise.

En effet, si l'on a alors

$$X\xi \geq 1 - \xi^2,$$

on aura

$$Z^2 \leq 2(\xi + X)^2 - 1 \leq 2(\xi + p)^2 - 1,$$

et si

$$X\xi < 1 - \xi^2,$$

il viendra

$$Z^2 \leq 1 + \frac{2X^2}{1 - \xi^2} < \frac{2}{\xi^2} - 1 < 2(\xi + p)^2 - 1.$$

Donc, pour que l'inégalité (32) ait lieu, il suffit de poser

$$2(\xi + p)^2 - 1 < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2},$$

ce qui est équivalent à

$$\lambda < \xi + p - \sqrt{(\xi + p)^2 - 1}.$$

Par suite, en entendant par $F(\xi)$ la fonction définie par les formules:

$$\text{pour } p\xi \leq 1 - \xi^2, \quad F(\xi) = \sqrt{1 + \frac{p^2}{1 - \xi^2}} - \frac{p}{\sqrt{1 - \xi^2}},$$

$$\text{pour } p\xi > 1 - \xi^2, \quad F(\xi) = \xi + p - \sqrt{(\xi + p)^2 - 1},$$

nous pouvons conclure que, si l'on a

$$(33) \quad \begin{aligned} & \sqrt{|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2} \leq p, \\ & \lambda < F(\sqrt{\xi_1^2 + \xi_2^2}), \end{aligned}$$

on aura

$$|x_1|^2 + |x_2|^2 + |1 - x_1^2 - x_2^2| < \frac{1 + \lambda^4}{2\lambda^2},$$

quel que soit le nombre positif p et quels que soient les nombres réels ξ_1 et ξ_2 satisfaisant à la condition

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 \leq 1.$$

Il est facile de voir que, ξ étant compris entre 0 et 1, $F(\xi)$ est une fonction continue et décroissante, en sorte que sa plus petite valeur dans l'intervalle (0, 1) est

$$F(1) = 1 + p - \sqrt{2p + p^2}.$$

Donc l'inégalité (33) sera toujours remplie, si l'on a

$$\lambda < 1 + p - \sqrt{2p + p^2}.$$

Dans toutes ces formules, on peut entendre par λ une fraction positive quelconque. On peut donc poser

$$\lambda = \left(\frac{a}{A}\right)^{\frac{1}{m}},$$

et alors, sous les conditions précédentes, l'inégalité (27) sera remplie. Nous pouvons, par suite, énoncer la conclusion suivante:

Soient p un nombre positif arbitraire et ξ un nombre compris entre 0 et 1. Ces nombres étant donnés, si l'on considère les valeurs complexes de x_1 et x_2 assujetties à la condition

$$(34) \quad |x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2 \leq p^2,$$

ξ_1 et ξ_2 étant des nombres réels liés par la relation

$$\xi_1^2 + \xi_2^2 = \xi^2,$$

la série

$$(35) \quad \zeta_1 \alpha + \zeta_2 \alpha^2 + \zeta_3 \alpha^3 + \dots$$

convergera absolument et uniformément par rapport à x_1 et x_2 , pourvu que α satisfasse à l'inégalité

$$(36) \quad |\alpha| < A \left(\sqrt{1 + \frac{p^2}{1 - \xi^2}} - \frac{p}{\sqrt{1 - \xi^2}} \right)^m,$$

laquelle inégalité, quand $p\xi > 1 - \xi^2$, peut être remplacée par celle-ci:

$$|\alpha| < A \left(\xi + p - \sqrt{(\xi + p)^2 - 1} \right)^m.$$

Dans ces conditions, la fonction ζ définie par la série (35) pourra être développée suivant les puissances entières et positives de α , $x_1 - \xi_1$ et $x_2 - \xi_2$.

Du reste, pour qu'il en soit ainsi indépendamment de la valeur de ξ , il suffit qu'on ait

$$|\alpha| < A \left(1 + p - \sqrt{2p + p^2} \right)^m.$$

On voit que cette dernière conclusion est plus précise que celle du n° 2, puisque là, au lieu de la condition (34), nous avons considéré celle-ci:

$$|x_1 - \xi_1|^2 + |x_2 - \xi_2|^2 \leq \frac{1}{2} p^2.$$

13. Nous avons déjà observé que les fonctions ζ_i peuvent être supposées paires par rapport à $\cos \theta$ et paires ou impaires par rapport à $\sin \theta \cos \psi$, selon que le nombre mi , qui est le degré de la fonction ζ_i , est pair ou impair. Or, s'il en est ainsi, on peut, en se servant de la relation

$$\sin^2 \theta \cos^2 \psi + \sin^2 \theta \sin^2 \psi + \cos^2 \theta = 1,$$

rendre ζ_i une fonction entière et homogène de degré mi de trois arguments

$$\sin \theta \cos \psi, \quad \sin \theta \sin \psi, \quad \cos \theta.$$

Supposons donc qu'on ait présenté chacune des fonctions ζ_i sous cette forme et désignons alors ζ_i par

$$\zeta_i[\sin \theta \cos \psi, \sin \theta \sin \psi, \cos \theta].$$

Cela étant, désignons par x, y, z les variables qui peuvent avoir des valeurs réelles ou imaginaires quelconques et considérons la série

$$(37) \quad \sum \alpha^i \zeta_i[x, y, z].$$

Nous allons montrer que, si la quantité

$$|x|^2 + |y|^2 + |z|^2$$

est au-dessous d'une certaine limite dépendant de α , cette série sera absolument convergente.

Soit

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

En remarquant que

$$\zeta_i[x, y, z] = r^{mi} \zeta_i\left[\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r}\right],$$

nous pouvons présenter la série (37) sous la forme

$$\sum (\alpha r^m)^i \zeta_i\left[\frac{x}{r}, \frac{y}{r}, \frac{z}{r}\right].$$

Par suite, en nous reportant au n° 11, nous pouvons conclure que, si l'on a

$$\left|\frac{x}{r}\right|^2 + \left|\frac{y}{r}\right|^2 + \left|\frac{z}{r}\right|^2 < \frac{1}{2} \left[\left(\frac{|\alpha r^m|}{A} \right)^{\frac{2}{m}} + \left(\frac{A}{|\alpha r^m|} \right)^{\frac{2}{m}} \right],$$

la série (37) sera absolument convergente.

Or cette inégalité est équivalente à celle-ci :

$$|x|^2 + |y|^2 + |z|^2 < \frac{1}{2} \left(\frac{A}{|\alpha|} \right)^{\frac{2}{m}} + \frac{|r|^4}{2} \left(\frac{|\alpha|}{A} \right)^{\frac{2}{m}}.$$

Donc, comme r peut se réduire à zéro quelle que soit la valeur de la quantité qui se trouve au premier membre, la limite requise sera

$$\frac{1}{2} \left(\frac{A}{|\alpha|} \right)^{\frac{2}{m}}.$$

De cette façon nous arrivons à la conclusion que, si l'on a

$$|\alpha| < \frac{A}{p^m},$$

p étant un nombre positif arbitraire, la somme de la série (37) représentera, dans le domaine défini par la condition

$$|x|^2 + |y|^2 + |z|^2 \leq \frac{1}{2} p^2,$$

une fonction analytique de x, y, z sans points critiques.

Il en résulte que, quand on a

$$(38) \quad |\alpha| < A \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right)^m,$$

la fonction ζ , présentée sous la forme

$$\zeta = \sum \alpha^i \zeta_i [\sin \theta \cos \psi, \sin \theta \sin \psi, \cos \theta],$$

admettra les dérivées partielles, par rapport aux arguments

$$\sin \theta \cos \psi, \quad \sin \theta \sin \psi, \quad \cos \theta,$$

de tous les ordres, quelles que soient les valeurs réelles de θ et ψ , et que ces dérivées s'obtiendront en différentiant la série terme à terme.

Remarquons que, si l'on élimine $\sin \theta \sin \psi$, en présentant ζ , comme au numéro précédent, sous la forme

$$\zeta = \sum \alpha^i \zeta_i (\sin \theta \cos \psi, \cos \theta),$$

on aura un résultat analogue, mais l'inégalité à laquelle on devra alors assujettir α sera plus restreinte que celle (38). En effet, cette inégalité s'obtiendra en posant, dans l'inégalité (36), $\xi = 0$, $p = 1$. Elle sera donc

$$|\alpha| < \frac{A}{(\sqrt{2}+1)^m}.$$

14. Revenons maintenant aux équations (1), qui donnent les coordonnées rectangulaires x, y, z des points de la surface d'une figure d'équilibre en fonction de deux variables indépendantes θ et ψ , et cherchons à en déduire une équation entre x, y, z .

D'après ces équations, on a

$$\frac{x^2}{p+1} + \frac{y^2}{p+q} + \frac{z^2}{p} = 1 + \zeta$$

et, d'autre part,

$$\zeta_i [\sin \theta \cos \psi, \sin \theta \sin \psi, \cos \theta] = \frac{\zeta_i \left[\frac{x}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}} \right]}{(\sqrt{1+\zeta})^{mi}}.$$

Par suite, on obtient immédiatement l'équation de la surface sous la forme

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = 1 + \sum \alpha^i \frac{\zeta_i \left[\frac{x}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}} \right]}{\left(\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} \right)^{\frac{mi}{2}}}.$$

Dans la série du second membre, les coefficients des puissances de α sont des fonctions homogènes de x, y, z de degré zéro. Mais, par la forme même de l'équation, on voit que, $|\alpha|$ étant assez petit, on peut la transformer de telle manière que les coefficients des puissances de α y soient des fonctions entières de x, y, z .

A cet effet, il n'y a qu'à résoudre par rapport à ζ l'équation

$$\zeta = \sum \frac{\alpha^i}{(\sqrt{1+\zeta})^{mi}} \zeta_i \left[\frac{x}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}} \right],$$

en supposant que ζ s'annule pour $\alpha = 0$; ce qui est toujours possible sous la condition

$$|x|^2 + |y|^2 + |z|^2 \leq p^2,$$

p^2 étant un nombre positif arbitrairement choisi, pourvu que $|\alpha|$ soit assez petit.

De cette manière on obtiendra pour ζ une expression de la forme

$$\zeta = \sum \alpha^i Z_i[x, y, z],$$

où Z_i est une fonction entière et homogène de x, y, z de degré mi , et l'on aura ensuite l'équation de la surface sous la forme requise:

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = 1 + \sum \alpha^i Z_i[x, y, z].$$

Si l'on veut considérer les expressions des ζ_i sous la forme des fonctions entières de deux arguments $\sin \theta \cos \psi$ et $\cos \theta$, ces expressions étant désignées par

$$\zeta_i(\sin \theta \cos \psi, \cos \theta),$$

on aura à résoudre par rapport à ζ l'équation

$$\zeta = \sum \alpha^i \zeta_i \left(\frac{x}{\sqrt{\rho+1} \sqrt{1+\zeta}}, \frac{z}{\sqrt{\rho} \sqrt{1+\zeta}} \right),$$

ce qu'on pourra toujours faire sous la condition

$$|x|^2 + |z|^2 \leq p^2,$$

quel que soit le nombre positif p^2 , pourvu que $|\alpha|$ soit assez petit.

Alors, ζ s'annulant pour $\alpha = 0$, on obtiendra

$$\zeta = \sum \alpha^i Z_i(x, z),$$

$Z_i(x, z)$ étant une fonction entière de x et z de degré ne dépassant pas mi^* , et l'équation de la surface sera

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = 1 + \sum \alpha^i Z_i(x, z).$$

De cette façon nous avons obtenu l'équation de la surface d'une figure d'équilibre sous trois formes différentes qui sont toutes comprises dans celle-ci:

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = 1 + f(\alpha, x, y, z),$$

où $f(\alpha, x, y, z)$ est une série procédant suivant les puissances entières et positives de α , s'annulant pour $\alpha = 0$ et ayant pour coefficients soit des fonctions homogènes de x, y, z de degré zéro, soit des polynomes entiers par rapport à ces variables. Dans le premier cas, cette série sera absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de x, y, z , tant que $|\alpha|$ est au-dessous d'un nombre fixe A . Dans le deuxième cas, elle convergera absolument et uniformément pour toutes les valeurs complexes de x, y, z qui satisfont à une condition de la forme

$$|x|^2 + |y|^2 + |z|^2 \leq p^2,$$

où p^2 est un nombre positif arbitraire, pourvu que $|\alpha|$ soit inférieur à une certaine limite dépendant de p^2 .

Dans les conditions indiquées, cette série définira une fonction continue de x, y, z qui admettra les dérivées partielles de tous les ordres; d'où l'on conclut que, $|\alpha|$ étant assez petit, la surface de la figure d'équilibre n'aura pas de points singuliers.

* D'après ce que nous avons montré dans la quatrième. Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre*, il est facile de s'assurer que le degré de cette fonction, pour $i > 1$, sera toujours inférieur à mi . Du reste nous nous proposons d'établir dans un autre Mémoire que ce degré ne dépassera pas $(m-2)i+2$.

О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ
интеграловъ при помощи формулъ механиче-
скихъ квадратуръ.

Сходимость формулъ механическихъ квадратуръ.

(Сообщеніе первое).

В. А. Стеклова.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 20 января 1916 г.).

I.

1. Пусть

$$f(x) \quad \text{и} \quad p(x)$$

двѣ заданныя функціи въ данномъ промежуткѣ отъ a до b .

Возьмемъ рядъ чиселъ

$$a_1, a_2, \dots, a_n,$$

лежащихъ между a и b , и такое же число n другихъ имъ соотвѣствующихъ чиселъ

$$A_1, A_2, \dots, A_n,$$

и опредѣлимъ числа a_k и A_k такъ, чтобы для всякаго полинома $P_p(x)$ степени не выше p , гдѣ p есть цѣлое число не большее $2n-1$, имѣло мѣсто равенство

$$(1) \quad \int_a^b p(x) P_p(x) dx = \sum_{k=1}^n A_k P_p(a_k).$$

Получимъ $p+1$ уравненій

$$(2) \quad A_1 a_1^k + A_2 a_2^k + \dots + A_n a_n^k = \int_a^b p(x) x^k dx, \quad (k=0, 1, 2, \dots, p)$$

которымъ должны удовлетворять $2n$ величинъ a_k и A_k ; изъ нихъ $p+1 = 2n$ останутся, вообще говоря, произвольнымъ, а остальные $p+1$ выразятся черезъ эти произвольныя. Числа a_k и A_k зависятъ лишь отъ чиселъ a , b и отъ данной функціи $p(x)$.

Давъ затѣмъ опредѣленныя значенія всѣмъ произвольнымъ величинамъ и опредѣливъ остальные по уравненіямъ (2), положимъ

$$(3) \quad \int_a^b p(x) f(x) dx = \sum_{k=1}^n A_k f(a_k) + R_n.$$

Получимъ формулу, которая позволитъ вычислять интегралъ

$$\int_a^b p(x) f(x) dx$$

для любой функціи $f(x)$ при помощи конечной суммы

$$\sum_{k=1}^n A_k f(a_k)$$

съ погрѣшностью, опредѣляемой остаточнымъ членомъ R_n формулы (3).

Всякую формулу вида (3) мы будемъ называть *формулой механическихъ квадратуръ*, числа A_k *коэффициентами* этой формулы, а числа a_k ея *ординатами*.

Изъ наиболѣе пѣвѣстныхъ формулъ этого рода упомянемъ формулы Котеса, Гаусса, Чебышева; формулы, подобныя Гауссовой, рассмотрѣнныя, напр., А. А. Марковымъ въ его «Исчисленіи конечныхъ разностей» (Одесса, 1910); формулы, подобныя формуламъ Чебышева, выведенныя А. А. Марковымъ въ его Мемуарѣ «Новыя приложенія непрерывныхъ дробей» (Зап. Имп. Академіи Наукъ Ф. М. О. VIII с. т. III, н^о 5, 1896 г.); формулы Чебышева съ двумя коэффициентами и болѣе общія, которыя разсматривались покойнымъ академикомъ Н. Я. Солинымъ въ

его статьи «О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ интеграловъ и т. д.». (Варшавскія Университетскія Извѣстія, 1887 г.).

Кромѣ указанныхъ формулъ можно построить безчисленное множество другихъ, изъ которыхъ каждая можетъ служить съ большей или меньшей выгодой для вычисленія опредѣленныхъ интеграловъ.

Точность вычисленія зависитъ отъ того, какимъ образомъ измѣняется остаточный членъ R_n формулы квадратуръ съ возрастаніемъ числа n .

2. Изслѣдованіе формулъ механическихъ квадратуръ приводитъ къ двумъ слѣдующимъ основнымъ задачамъ.

Задача (А). *Найти общія условія, при которыхъ въ данной формулѣ квадратуръ, или въ группѣ ихъ, объединенныхъ какимъ либо общимъ признакомъ, или, наконецъ, въ любой изъ возможныхъ остаточный членъ R_n стремится къ нулю при безпредѣльномъ возрастаніи числа n .*

Подобная задача была, напр., поставлена Т. Stieltjes'омъ для частнаго случая формулы Гаусса.

При помощи весьма остроумнаго анализа Stieltjes показалъ, что остаточный членъ этой формулы всегда стремится къ нулю, какова бы ни была функція $f(x)$, интегрируемая (въ смыслѣ Римана) въ данномъ промежуткѣ, или, какъ мы будемъ говорить, формула Гаусса сходится для всякой интегрируемой функціи¹.

Другая задача, практически весьма важная, состоитъ въ слѣдующемъ:

Задача (В). *Найти для каждой данной формулы механическихъ квадратуръ, или для известной группы ихъ, или, наконецъ, для всѣхъ такихъ формулъ точное выраженіе остаточнаго члена R_n , когда функція $f(x)$ допускаетъ производныя различныхъ порядковъ.*

Задача эта рѣшена, въ частности, для формулъ Гаусса и нѣмъ подобныхъ и для упомянутыхъ выше формулъ А. А. Маркова, если не ошибаюсь, впервые А. А. Марковымъ.

Другихъ изслѣдованій, касающихся общихъ задачъ (А) и (В), насколько я знаю, до послѣдняго времени не было.

Даже для весьма употребительныхъ формулъ Котеса и Чебышева не выведено выраженія остаточнаго члена R_n .

3. Попытка найти дополнительный членъ формулъ Котеса и Чебышева безъ труда привела къ общему рѣшенію задачъ (В), когда за исходный пунктъ сужденій была принята одна весьма простая формула,

¹ Т. I. Stieltjes: «Quelques recherches sur la théorie des quadratures dites mécaniques». Annales de l'École Normale, Paris, 1884, III série, T. I.

легко выводимая на основаніи элементарныхъ свойствъ полиномовъ Лежандра (формула (6) слѣдующаго §^a).

Оказалось при этомъ, что та же самая формула немедленно доставляетъ и крайне простое рѣшеніе нѣкоторыхъ задачъ типа (A).

Эти результаты получены при помощи нѣкоторыхъ приѣмовъ, которыми я пользовался въ своихъ изслѣдованіяхъ по теоріи замкнутости и которыми естественно было воспользоваться и въ разсматриваемомъ случаѣ въ виду явной аналогіи указанныхъ выше задачъ (A) и (B) съ нѣкоторыми вопросами только что упомянутой теоріи.

Примѣненіе той же самой формулы, въ свою очередь, дало возможность чрезвычайно упростить разсужденія этой послѣдней теоріи и дать такія доказательства ея основныхъ теоремъ, которыя по своей простотѣ не оставляютъ желать ничего лучшаго.

Подробный анализъ будетъ опубликованъ въ особой запискѣ, въ настоящемъ же предварительномъ сообщеніи я укажу лишь вкратцѣ общій ходъ сужденій и главнѣйшіе выводы.

Я начну съ рѣшенія нѣкоторыхъ вопросовъ задачъ (A), рѣшеніе же второй задачи (B) изложу въ другомъ предварительномъ сообщеніи въ одномъ изъ ближайшихъ засѣданій.

Упомянутый выше выводъ основныхъ теоремъ теоріи замкнутости послужитъ предметомъ особой замѣтки.

II.

4. Употребляя обычныя обозначенія, назовемъ черезъ

$$X_k(x) \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

полиномы Лежандра, соотвѣтствующіе промежутку $(-1, +1)$.

Положимъ

$$(4) \quad \varphi_p(x) = f(x) - \sum_{k=0}^{p-1} \frac{2k+1}{2} B_k X_k(x),$$

гдѣ

$$(5) \quad B_k = \int_{-1}^{+1} f(x) X_k(x) dx.$$

Легко убедиться, что

$$(6) \quad \rho_p(x) = \frac{p}{2} \left(X_p(x) \int_{-1}^{+1} F(x, y) X_{p-1}(y) dy - X_{p-1}(x) \int_{-1}^{+1} F(x, y) X_p(y) dy \right),$$

гдѣ положено

$$F(x, y) = \frac{f(x) - f(y)}{x - y}.$$

Предполагая, что $f(x)$ имѣетъ производныя двухъ первыхъ порядковъ, получимъ простымъ интегрированіемъ по частямъ, на основаніи элементарныхъ свойствъ полиномовъ Лежандра,

$$(7) \quad |\rho_p(x)| < \frac{M_2}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{2p-1}},$$

гдѣ M_2 есть

$$\max. |f''(x)|$$

въ промежуткѣ $(-1, +1)$.

Примѣнимъ неравенство (7) къ функции

$$(a) \quad \varphi(x) = \frac{1}{h^2} \int_x^{x+h} d\xi \int_{\xi}^{\xi+h} f(z) dz, \quad h > 0,$$

гдѣ $f(z)$ есть функція *непрерывная* въ промежуткѣ $(-1, +1)^1$.

Въ этомъ случаѣ можемъ положить

$$M_2 = 2 \frac{\varepsilon'}{h^2},$$

причемъ, въ силу (7),

$$(8) \quad \left| \varphi(x) - \sum_{k=0}^{p-1} \frac{2k+1}{2} B'_k X_k(x) \right| = |\rho_p(x)| < \sqrt{2} \frac{\varepsilon'}{h^2} \frac{1}{\sqrt{2p-1}},$$

¹ т. е.

$$|f(x+h) - f(x)| < \varepsilon'$$

при всякомъ x и достаточно маломъ h ; ε' есть напередъ заданное положительное число.

Извѣстия П. А. П. 1916.

гдѣ

$$B'_k = \frac{1}{h^2} \int_{-1}^{+1} X_k(x) \left(\int_x^{x+h} d\zeta \int_{\zeta}^{\zeta+h} f(z) dz \right) dx.$$

5. Обозначимъ черезъ $P_p(x)$ какой либо полиномъ степени p и положимъ

$$(9) \quad \varphi(x) = P_p(x) + \rho_{p+1}(x),$$

гдѣ $\varphi(x)$ пока какая угодно функція отъ x .

Формула квадратуръ, примѣненная къ функціямъ

$$\varphi(x) \quad \text{и} \quad P_p(x),$$

приводить къ слѣдующей

$$(10) \quad R_n = \int_a^b p(x) \rho_{p+1}(x) dx - \sum_{k=1}^n A_k \rho_{p+1}(a_k),$$

справедливой для всякой функции $\varphi(x)$ и для любого полинома $P_p(x)$.

Пусть $f(x)$ какая либо другая функція отъ x .

Примѣняя формулу квадратуръ (3) къ функціямъ $\varphi(x)$ и $f(x)$ и называя остаточный членъ формулы квадратуръ, соответствующій функціи $f(x)$, черезъ R'_n , получимъ

$$(11) \quad R'_n = R_n + \sum_1^n A_k (\varphi(a_k) - f(a_k)) - \int_a^b p(x) (\varphi(x) - f(x)) dx,$$

гдѣ R_n опредѣляется равенствомъ (10).

Эта формула справедлива для двухъ какихъ угодно функций $\varphi(x)$ и $f(x)$ и для любого полинома $P_p(x)$.

6. Изъ всѣхъ возможныхъ формулъ квадратуръ выдѣлимъ группу всѣхъ возможныхъ формулъ, характеризуемыхъ условіемъ

$$(14) \quad \sum_{k=1}^n |A_k| < A,$$

гдѣ A есть число, не зависящее отъ n .

Къ числу такихъ формулъ, въ частности, принадлежатъ все формулы квадратуръ съ положительными коэффициентами.

Положимъ, для простоты,

$$a = -1, \quad b = +1$$

и примѣнимъ формулы (10) и (11) къ функціямъ $\varphi(x)$ и $f(x)$, связаннымъ соотношеніемъ (а), разумѣя въ (10) подъ $P_p(x)$ полиномъ

$$P_p(x) = \sum_{k=0}^p \frac{2k+1}{2} B'_k X_k(x).$$

Получимъ, принявъ въ расчетъ (8),

$$(12) \quad |R'_n| < (Q\sqrt{2} + A) \frac{\varepsilon'}{h^2\sqrt{2p+1}} + (Q + A) \max. |\varphi(x) - f(x)|,$$

гдѣ

$$Q = \int_{-1}^{+1} |p(x)| dx.$$

Всегда можно выбрать h столь малымъ, чтобы было

$$(Q + A) \max. |\varphi(x) - f(x)| < \frac{\varepsilon}{2},$$

и затѣмъ число p столь большимъ, чтобы было

$$(Q\sqrt{2} + A) \frac{\varepsilon'}{h^2\sqrt{p}} < \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{при} \quad p \geq p_0,$$

гдѣ ε напередъ заданное положительное число.

Такимъ путемъ получимъ, замѣтивъ, что n и p возрастаютъ одновременно,

$$(13) \quad |R'_n| < \varepsilon \quad \text{при} \quad n \geq n_0.$$

Мы взяли, для простоты, промежутокъ $(-1, +1)$, но очевидно, что неравенство (13) имѣетъ мѣсто для любого промежутка (a, b) , коль скоро $f(x)$ непрерывна.

Получаемъ теорему:

Всякая формула механическихъ квадратуръ, коэффициенты которой подчинены условию (14), сходится для любой функции $f(x)$, непрерывной въ данномъ промежуткѣ (a, b) .

Замѣчаніе. Эта теорема недавно доказана инымъ способомъ Н. М. Крыловымъ¹, который воспользовался приемами и нѣкоторыми результатами своихъ изслѣдованій, опубликованныхъ въ мемуарахъ «Sur la théorie de fermeture etc.» и «Quelques applications nouvelles de la théorie de fermeture etc.» (Mém. de l'Acad. des Sciences de Petrograd Cl. Ph. M., 1914).

Н. М. Крыловъ указываетъ также, что рассматриваемая теорема была раньше установлена Я. В. Успенскимъ въ его литографированномъ курсѣ «Исчисленія конечныхъ разностей» (въ 1914 году) при помощи теоремы Вейерштрасса, которую Я. В. Успенскій принимаетъ за исходный пунктъ.

Приведенныя выше (вкратцѣ) разсужденія доказываютъ элементарнымъ путемъ теорему о сходимости формулъ квадратуръ рассматриваемаго нами класса для всѣхъ непрерывныхъ функций, не касаясь теоремы Вейерштрасса. Наоборотъ, эту послѣднюю мы можемъ вывести, если угодно, въ нѣсколькихъ словахъ изъ формулъ (a) и (8).

7. Ограничимся теперь разсмотрѣніемъ совокупности всѣхъ возможныхъ формулъ механическихъ квадратуръ съ положительными коэффициентами A_k , и предположимъ, для простоты, что $p(x) = 1$.

Къ любой изъ нихъ несомнѣнно приложима теорема предыдущаго §^a.

Пользуясь этимъ обстоятельствомъ, не трудно установить слѣдующее предложеніе:

Если будемъ дѣлить данный промежутокъ (a, b) на n составляющихъ, то при возрастаніи числа n ординаты a_k въ формулахъ квадратуръ съ положительными коэффициентами должны располагаться такъ, что въ каждый составляющій промежутокъ попадетъ по крайней мѣрѣ одно значеніе a_k , за исключеніемъ, быть можетъ, нѣкоторой совокупности промежутковъ, сумма длинъ которыхъ можетъ быть сдѣлана меньшей любого n передъ заданнаго числа, при достаточно большомъ n .

Отсюда, какъ слѣдствіе, можетъ быть выведена такая лемма:

Пусть (α, β) есть какой-либо промежутокъ, произвольно взятый внутри даннаго промежутка (a, b) ; пусть

¹ «О сходимости формулъ механическихъ квадратуръ и нѣкоторыхъ относящихся сюда вопросахъ». Записки Горваго Института, Т. VI, вып. 1, 1915, Петроградъ.

$$(15) \quad a', a'', \dots, a^{(s)}$$

значенія ординатъ a_k , лежащихъ внутри (α, β) .

Для любого такого промежутка (α, β) необходимо имѣетъ мѣсто равенство

$$(16) \quad \sum A_k = \delta + \varepsilon_n,$$

гдѣ знакъ Σ распространяется на всѣ значенія (15), а δ есть длина интервала (α, β) , причемъ

$$(17) \quad |\varepsilon_n| < \varepsilon$$

при достаточно большомъ n .

8. Пусть теперь $f(x)$ есть какая-либо функция интегрируемая въ промежуткѣ (a, b) .

Разобьемъ (a, b) на q составляющихъ промежутковъ δ_i ($i = 1, 2, \dots, q$).

Выбравъ q достаточно большимъ, получимъ

$$(17) \quad \left| \int_a^b f(x) dx - \sum_{i=1}^q \mu_i \delta_i \right| < \frac{\varepsilon'}{2},$$

гдѣ μ_i обозначаетъ пѣкоторое среднее значеніе между max. и min. функции $f(x)$ въ промежуткѣ (a, b) .

Предполагая $q < n$, составимъ сумму

$$\sum_{k=1}^n A_k f(a_k) = \sum_{i=1}^q \sum_{(i)} A_k f(a_k),$$

гдѣ знакъ $\sum_{(i)}$ означаетъ сумму, распространенную на всѣ значенія a_k , принадлежащія промежутку δ_i .

Принявъ въ расчетъ положительность коэффиціентовъ A_k и формулы (16) и (17), легко получимъ

$$(18) \quad \sum_{k=1}^n A_k f(a_k) = \sum_{i=1}^q \mu_i \delta_i + \sum_{i=1}^q \mu_i \varepsilon_n^{(i)},$$

$$(19) \quad \left| \sum_{i=1}^q \mu_i \varepsilon_n^{(i)} \right| < Mq\varepsilon,$$

гдѣ M есть maximum модуля $f(x)$ въ промежуткѣ (a, b) .

Каково бы ни было q , всегда можно выбрать число n , отъ q не зависящее, такъ, чтобы было

$$(20) \quad Mq\varepsilon < \frac{\varepsilon'}{2}.$$

Сопоставляя формулы (16), (18), (19) и (20), приходимъ къ неравенству

$$(21) \quad \left| \sum_{k=1}^n A_k f(a_k) - \int_a^b f(x) dx \right| < \varepsilon'$$

при достаточно большомъ n .

9. Лишь для простоты письма я ограничился случаемъ

$$p(x) = 1.$$

Легко убѣдиться, что разсужденія не измѣнятся по существу, если подѣ $p(x)$ разумѣть какую угодно положительную функцію въ промежуткѣ (a, b) .

При этомъ неравенство (21) замѣнится слѣдующимъ

$$\left| R_n \right| = \left| \sum_{k=1}^n A_k f(a_k) - \int_a^b p(x) f(x) dx \right| < \varepsilon'$$

при достаточно большомъ n .

Это неравенство приводитъ къ теоремѣ:

Всякая формула механическихъ квадратуръ съ положительными коэффициентами сходится (въ смыслъ Stieltjes'a) для любой функции $f(x)$, интегрируемой въ данномъ промежуткѣ (a, b) , какова бы ни была заданная положительная функция $p(x)$.

Замѣчаніе. Въ этой общей теоремѣ заключается какъ весьма частный случай подобная же теорема Т. Stieltjes'a, относящаяся къ формулѣ квадратуръ Гаусса.

Доказательство Т. Stieltjes'a основано на известном свойствѣ распределенія корней полиномовъ Лежандра.

Приведенное выше доказательство общей теоремы, отличаѣсь простотой, не только не требуетъ въ каждомъ частномъ случаѣ изслѣдованія закона распределенія корней тѣхъ уравненій, которыми въ нѣкоторыхъ случаяхъ опредѣляются ординаты a_k соответствующей формулы квадратуръ, но, наоборотъ, само доставляетъ общій законъ распределенія корней такихъ уравненій, зависящихъ отъ значка n , при возрастаніи числа n .

III.

10. Вообще, условія сходимости формулъ квадратуръ существенно зависятъ отъ закона измѣненія величины

$$(22) \quad \omega(n) = \sum_{k=1}^n |A_k|$$

при возрастаніи числа n .

Мы видѣли, что въ случаѣ, когда коэффициенты A_k положительны, т. е.

$$(23) \quad \omega(n) = \text{пост.},$$

формула квадратуръ сходится для всякой интегрируемой функции; въ случаѣ, когда

$$\omega(n) < A,$$

всякая формула квадратуръ сходится для любой непрерывной функции.

Кромѣ указаннаго типа формулъ механическихъ квадратуръ, характеризующихся, напр., условіемъ (23), въ анализѣ употребляются формулы, для которыхъ $\omega(n)$ возрастаетъ безпредѣльно съ возрастаніемъ числа n .

Къ таковымъ принадлежатъ нѣкоторыя формулы съ двумя коэффициентами n упомянутыя выше формулы А. А. Маркова.

Для послѣднихъ

$$(24) \quad \omega(n) = Ln,$$

гдѣ L есть данное положительное число.

Эти формулы можно разсматривать какъ частный случай формулъ, характеризующихъ условіемъ

$$(25) \quad \omega(n) \leq N n^{\mu},$$

гдѣ N и μ суть данныя числа, не зависящія отъ n .

При $\mu = 1$ получимъ условіе (24).

Въ практикѣ, насколько мнѣ извѣстно, не встрѣчается формулъ, соотвѣтствующихъ числу μ , отличному отъ 1, тѣмъ не менѣе я разсматриваю условія сходимости формулъ механическихъ квадратуръ при какомъ угодно μ , такъ какъ общій анализъ по существу ничѣмъ не отличается отъ анализа наиболѣе интереснаго случая $\mu = 1$, а результатъ, соотвѣтствующій этому частному предположенію, сейчасъ же выводится изъ общаго (при какомъ угодно μ).

II. Будемъ разумѣть въ равенствахъ (9) и (10) подѣ $P_p(x)$ полиномъ, входящій въ формулу (4), или, еще проще, полиномъ

$$(a) \quad P_p(x) = \sum_{k=1}^p B_k \varphi_k(x),$$

гдѣ $\varphi_k(x)$ суть тригонометрическіе полиномы Чебышева, соотвѣтствующіе характеристической функціи

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}},$$

а

$$B_k = \frac{1}{Q_k} \int_{-1}^{+1} f(x) \varphi_k(x) \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}},$$

$$Q_k = \int_{-1}^{+1} \frac{\varphi_k^2(x)}{\sqrt{1-x^2}} dx.$$

Получимъ, предполагая, что *функция* $f(x)$ *иметъ производныя до порядка* s ,

$$(26) \quad |\varphi_{p+1}(x)| < \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sqrt{\sum_{k=p+1}^{\infty} (B_{k-s})^2} \sqrt{\sum_{k=p+1}^{\infty} \frac{1}{k^2(k^2-1)\dots(k^2-(s-1)^2)},$$

гдѣ

$$B_{k-s}^{(s)} = \frac{1}{\sqrt{Q_{k-s}^{(s)}}} \int_{-1}^{+1} p_s(x) f^{(s)}(x) \varphi_{k-s}^{(s)}(x) dx,$$

$$p_s(x) = (1 - x^2)^{\frac{2s-1}{2}}, \quad Q_{k-s}^{(s)} = \int_{-1}^{+1} p_s(x) [\varphi_{k-s}^{(s)}(x)]^2 dx,$$

а $\varphi_{k-s}^{(s)}(x)$ суть полиномы Чебышева, соответствующіе характеристической функціи $p_s(x)$.

Формула (26) выводится весьма просто интегрированиемъ по частямъ на основаніи извѣстныхъ свойствъ полиномовъ Чебышева.

Неравенство (26) приводитъ къ слѣдующему

$$|\varphi_{p+1}(x)| < \mu_s \frac{M_s}{p^{s-\frac{1}{2}}},$$

гдѣ M_s есть макс. $|f^{(s)}(x)|$ въ промежуткѣ $(-1, +1)$, а μ_s есть положительное число, зависящее только отъ s (и не зависящее отъ p и M_s).

При этомъ формула (10) даетъ

$$|R_n| < \mu_s M_s \frac{Q + \omega(n)}{p^{s-\frac{1}{2}}}, \quad Q = \int_a^b |p(x)| dx.$$

Въ этомъ неравенствѣ можно положить $p = n$.

Отсюда, на основаніи (26), легко заключить, что всякая формула квадратуръ, коэффициенты которой удовлетворяютъ неравенству (25), сходится для всякой функціи, имѣющей производныя до порядка s , если

$$\mu < s - \frac{1}{2}.$$

12. Введеніемъ вспомогательной функціи

$$(\beta) \quad \varphi(x) = \frac{1}{h} \int_x^{x+h} f(z) dz, \quad h > 0$$

можно обобщить нѣсколько результатов и доказать слѣдующее предложеніе:

Всякая формула квадратуръ, коэффициенты которой удовлетворяютъ неравенству (25), гдѣ

$$\mu < s - \frac{1}{2},$$

сходится для любой функции, производная которой $(s-1)$ -аго порядка удовлетворяетъ условію

$$(27) \quad |f^{(s-1)}(x+h) - f^{(s-1)}(x)| < Mh,$$

гдѣ M есть данное число, не зависящее ни отъ x , ни отъ h .

Замѣчаніе. Теорема допускаетъ дальнѣйшее обобщеніе, если воспользоваться результатами Jackson'a (Approximation by trigonometric sums and polynomials», New York, 1912, Transact. of the americ. mathem. soc., Vol. XIII, n^o 4).

Такимъ путемъ можно показать, что *если функция $f(x)$ удовлетворяетъ условію (27), то всякая формула квадратуръ рассматриваемаго типа сходится, коль скоро*

$$\mu < s.$$

Введеніемъ вспомогательной функции (β) можно получить еще болѣе общіе результаты, напр., установить сходимость всякой формулы механическихъ квадратуръ, коэффициенты которой удовлетворяютъ неравенству (25), при всякомъ $\mu < s$, коль скоро $(s-2)$ -ая производная функции $f(x)$ подчиняется условію

$$\frac{|f^{(s-2)}(x+2h) - 2f^{(s-2)}(x+h) + f^{(s-2)}(x)|}{h^2} < M, \quad h > 0,$$

или условію

$$f^{(s-2)}(x+h) - f^{(s-2)}(x) = h \theta(x, h),$$

гдѣ функция $\theta(x, h)$ такова, что ея полная варіація въ данномъ промежуткѣ не превосходитъ даннаго числа M , не зависящаго отъ h .

Этого можно достигнуть, пользуясь приемами, указанными въ моемъ Мемуарѣ: «Quelques applications nouvelles de la théorie de fermeture etc.». (Записки Императорской Академіи Наукъ Ф. М. О. VIII с., Т. XXXII, n^o 4, 1914).

Однако указанные незначительныя обобщенія представляются мало инте-

ресными, между тѣмъ какъ разсужденія при этомъ значительно усложняются и теряютъ элементарный характеръ, почему я считаю возможнымъ упомянуть о нихъ лишь мимоходомъ.

13. Единственный частный случай, представляющій практическій интересъ, получится изъ предыдущаго общаго при

$$s = 2.$$

Такимъ путемъ получается слѣдующая теорема:

Формулы квадратуръ, коэффициенты которыхъ удовлетворяютъ условію

$$(\gamma) \quad \omega(n) = \sum_{k=1}^n |A_k| \leq Nn,$$

сходятся для всякой функции, первая производная которой удовлетворяетъ условію

$$(28) \quad |f'(x+h) - f'(x)| < Mh.$$

Отсюда слѣдуетъ, что упомянутыя выше формулы квадратуръ А. А. Маркова сходятся для всякой функции, обладающей только что указаннымъ свойствомъ (28).

Замѣчаніе. Полезно отмѣтить, что пріемъ, основанный на разысканіи высшаго предѣла суммы

$$(\delta) \quad K_n = \sum_{k=1}^n |A_k| |\rho_p(x)|$$

[см. рав. (10)], которымъ мы пользовались и который привелъ къ полному рѣшенію вопроса для формулъ квадратуръ съ положительными коэффициентами, не въ состояніи привести къ дальнѣйшимъ существеннымъ обобщеніямъ для случая формулъ квадратуръ, характеризуемыхъ условіемъ (γ).

Такъ, напр. указаннымъ путемъ нельзя установить сходимости формулъ квадратуръ этого типа не только для непрерывныхъ, но даже и для функций, удовлетворяющихъ условію

$$|f(x+h) - f(x)| < Mh.$$

Для формуль А. А. Маркова, наир., выраженіе (δ) равно

$$K_n = Ln |\varrho_p(x)|,$$

гдѣ $|\varrho_p(x)|$, напомнимъ, обозначаетъ отклоненіе нѣкотораго полинома степени p отъ функціи $f(x)$.

Но, какъ показано въ моемъ вышеупомянутомъ Мемуарѣ, наименьшее возможное отклоненіе полинома степени p отъ разсматриваемаго типа функціи можетъ оказаться болѣе чмъ числа

$$\frac{1}{\pi p 2\sqrt{2}}.$$

Поэтому, при $p = n$, всегда имѣетъ мѣсто неравенство

$$K_n > \frac{L}{\pi 2\sqrt{2}},$$

исключающее возможность выбора какого бы то ни было подходящаго полинома такъ, чтобы K_n стремилось къ нулю при возрастаніи n .

14. Почти всѣ извѣстныя формулы квадратуръ исчерпываются, насколько мнѣ извѣстно, двумя разобранными выше случаями, когда

$$(29) \quad \omega(n) \leq A \quad \text{или} \quad \omega(n) \leq Nn.$$

Особнякомъ стоитъ извѣстная формула Котеса, пожалуй, наиболѣе употребительная на практикѣ.

Исслѣдованіе сходимости этой формулы представляетъ значительныя трудности, связанныя съ вычисленіемъ соответствующей ей функціи $\omega(n)$.

Безъ особыхъ затрудненій можно установить лишь слѣдующее неравенство [для промежутка $(0,1)$]

$$(30) \quad \omega(n) < \lambda \frac{2^n}{n \sqrt{n}},$$

гдѣ λ есть число, не зависящее отъ n .

Во всякомъ случаѣ функція $\omega(n)$ для формулы Котеса возрастаетъ весьма быстро съ увеличеніемъ числа n , почему естественно ожидать, что сходимость этой формулы можетъ быть установлена лишь для весьма ограниченаго класса функцій.

. Предположимъ, что функція $f(x)$ имѣетъ производныя всѣхъ порядковъ, и назовемъ черезъ M_k максимум модуля $f^{(k)}(x)$ въ промежуткѣ отъ 0 до 1.

Полагая въ формулѣ (10), какъ и раньше,

$$p = n$$

и разумѣя подъ $P_n(x)$ полиномъ (α) §^a 11-аго, можемъ писать, если вспомнимъ теоремы, установленныя нами въ §^{ахъ} 31-омъ и 33-ьемъ мемуара «Sur une application de la théorie de fermeture au problème du développement des fonctions arbitraires en séries procédant suivant les polynomes de Tchébicheff». (Зап. Импер. Акад. Наукъ Ф. М. О. VIII с., Т. XXXIII, n° 8),

$$|\rho_n(x)| < \tau \frac{M_{n+1} \sqrt{n}}{2^n (n+1)!},$$

гдѣ τ есть число, не зависящее отъ n .

На основаніи этого неравенства и (30) формула (10) даетъ

$$|R_n| < L \frac{M_{n+1}}{(n+1)!} \frac{1}{n}.$$

Отсюда выводимъ теорему:

Формула Котеса сходится для всякой функции, имѣющей производныя всѣхъ порядковъ, удовлетворяющія условію

$$(31) \quad \frac{|f^{(k)}(x)|}{k!} < N,$$

гдѣ k есть какое угодно цѣлое число, а N есть положительное число, не зависящее отъ k .

Замѣчаніе. Для коэффициентовъ A_k формулы Котеса Я. В. Успенскій вывелъ асимптотическія выраженія¹, при помощи которыхъ легко установить неравенство

¹ Привожу, съ согласія автора, эти выраженія, сообщенныя мнѣ въ письмѣ отъ 16-го января текущаго года.

Для промежутка (0, 1), при $k > 0$ и $k < n+1$,

$$A_k = \frac{\Gamma(n+1)}{n(\log n)^2 \Gamma(k+1) \Gamma(n-k+1)} \left(\frac{(-1)^{k-1}}{k} + \frac{(-1)^{n-k-1}}{n-k} \right).$$

При $k=1$

$$A_1 = \frac{1}{n \log n}.$$

$$(\varepsilon) \quad \omega(n) < N \frac{2^n}{n \sqrt{n} (\log n)^2},$$

гдѣ N есть положительное число, не зависящее отъ n .

Съ другой стороны тѣ-же формулы приводятъ къ заключенію, что, во всякомъ случаѣ, при достаточно большомъ n ,

$$(\eta) \quad \omega(n) > K \frac{2^n}{n^2 \sqrt{n} (\log n)^2},$$

гдѣ K есть другое число, не зависящее отъ n .

Это неравенство, въ связи съ «замѣчаніемъ» предыдущаго §^a, приводитъ къ заключенію, что замѣна неравенства (30) неравенствомъ (ε) или какимъ либо другимъ болѣе точнымъ не въ состояніи привести къ какимъ нибудь интереснымъ обобщеніямъ условія (31).

Даже для функцій, допускающихъ производныя всѣхъ порядковъ, принимаемый нами приемъ можетъ лишь усложнить условіе (31), достаточное для сходимости формулы Котеса, не внося существенныхъ обобщеній.

Послѣднее заключеніе вытекаетъ изъ сопоставленія неравенствъ (ε) и (η) съ неравенствомъ (56) моего Мемуара «*Quelques applications nouvelles etc.*», (стр. 53, § 35).

15. На основаніи всего сказаннаго изслѣдованіе вопроса о сходимости формулъ механическихъ квадратуръ при помощи употребленной нами методы можно считать псечерпаннымъ, тѣмъ болѣе что въ разсмотрѣнныхъ выше трехъ общихъ группахъ этихъ формулъ [характеризуемыхъ условіями (14), (23), (25) и (30)] заключаются всѣ наиболѣе извѣстныя изъ употребляемыхъ въ настоящее время формулъ квадратуръ.

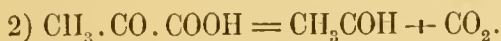
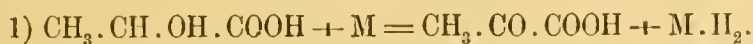
Всякія другія частныя предположенія, какія можно сдѣлать относительно функцій $\omega(n)$, какъ искусственныя, не могутъ представлять какого либо интереса.

Разложеніе молочной кислоты убитыми дрожжами.

В. И. Палладина и Д. А. Сабинаина.

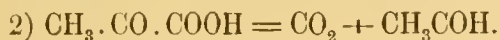
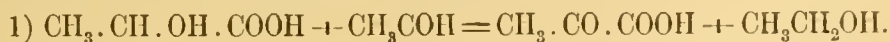
(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 20 января 1916 г.).

Нами и Ловчиновской¹ было доказано, что разложеніе молочной кислоты убитыми дрожжами въ присутствіи метиленовой синьки (М) идетъ при участіи редуктазы и карбоксилазы съ образованіемъ углекислоты и уксуснаго алдегида по слѣдующей схемѣ:



Нѣсколькими мѣсяцами позднѣе Гарденъ и Норрисъ² также нашли, что дрожжи въ присутствіи метиленовой синьки образуютъ изъ молочной кислоты уксусный альдегидъ.

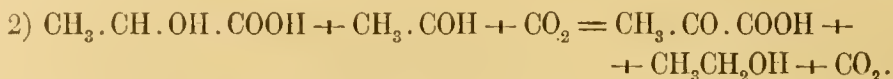
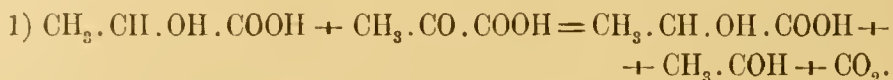
Задачей настоящаго изслѣдованія было найти условія, при которыхъ молочная кислота давала бы не уксусный альдегидъ, а спиртъ. Тогда возникъ вопросъ, какое же вещество замѣняетъ въ естественныхъ условіяхъ метиленовую синьку во время спиртового броженія при разложеніи молочной кислоты. Конечно, такимъ веществомъ можетъ быть только уксусный альдегидъ. Мы представляемъ схему разложенія молочной кислоты дрожжами съ образованіемъ спирта въ слѣдующемъ видѣ:



¹ Палладина, Сабинаина и Ловчиновская. ИАН. 1915, стр. 701.

² Harden and Norris. The biochemical Journal 9, 390, 1915.

Образовавшийся уксусный альдегид окисляется новыми количества молочной кислоты и т. д. Следовательно, въ присутствіи ничтожнаго количества уксуснаго альдегида можно переработать въ спиртъ неопредѣленно большое количество молочной кислоты. Чтобы провѣрить справедливость высказаннаго мнѣнія, намъ вмѣсто продажнаго уксуснаго альдегида была взята пировиноградная кислота, которая, разлагаясь карбоксиплазой, даетъ уксусный альдегидъ:



Мы взяли пировиноградную кислоту по двумъ причинамъ. Она, во-первыхъ, даетъ уксусный альдегидъ *in statu nascendi*. Во-вторыхъ, Оппенгеймеръ¹ утверждаетъ, что пировиноградная кислота вызываетъ разложеніе молочной кислоты сокомъ дрожжей, хотя приводимыя имъ данныя не подтверждаютъ его мнѣнія.

Предыдущая работа была нами прервана вслѣдствіе отсутствія убитыхъ дрожжей. Благодаря любезности В. Л. Омелянскаго, уступившаго намъ имѣвшійся у него въ лабораторіи небольшой запасъ зимина, мы могли произвести настоящее изслѣдованіе.

Количество выделяемой углекислоты опредѣлялось при помощи Петтенкоферовскихъ трубокъ. Количество уксуснаго альдегида опредѣлялось по способу Риппера². Количество спирта опредѣлялось по Никлу. Предварительнаго отдѣленія уксуснаго альдегида не производилось, такъ какъ, какъ показали опыты, количества его были слишкомъ малы по сравненію съ количествами спирта и поэтому его присутствіе не могло оказать вліяніе на опредѣленіе спирта по Никлу. Опытъ производился при комнатной температурѣ.

Опытъ 1.

Девять колбъ съ 5 гр. зимина въ каждой. Кромѣ того въ трехъ колбахъ по 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2%, нейтрализованной ѣдкимъ кали, и по 25 к. см. воды, въ трехъ колбахъ по 25 к. см. молочной кислоты 2%, нейтрализованной ѣдкимъ кали и по 25 к. см. воды, въ осталь-

¹ Oppenheimer. Zeitschrift f. physiologische Chemie. 93, 235, 1914.

² Костычевъ, ИАН. 1915, стр. 327.

ныхъ трехъ колбахъ по 25 к. см. молочной кислоты 2% и по 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2%, нейтрализованныхъ ѣдкимъ кали. Выдѣлилось углекислоты въ mgr.:

	Продолжительность опыта въ часахъ.		
	18 ч.	24 ч.	60 ч.
1. Пировиноградная кислота	116	174	248
2. Молочная кислота	117	164	219
3. Молочная и пировиноградная кислоты	147	223	325

Отсюда слѣдуетъ, что въ 1 часъ въ среднемъ выдѣлялись слѣдующія количества углекислоты:

Продолжительность опыта въ часахъ.	Пировиноградная кислота.		Молочная кислота.		Молочная и пировиноградная кислоты.	
	CO ₂ въ mgr.	CO ₂ въ 1 часть.	CO ₂ въ mgr.	CO ₂ въ 1 часть.	CO ₂ въ mgr.	CO ₂ въ 1 часть.
18	116	6,5	117	6,5	147	8,2
6	58	9,5	47	7,8	76	12,6
36	74	2,0	55	1,5	102	2,8
60	248	—	219	—	325	—

Слѣдовательно прибавленіе небольшого количества пировиноградной кислоты слѣдующимъ образомъ усилило выдѣленіе углекислоты на счетъ молочной кислоты:

$$\begin{aligned}
 18 \text{ часовъ} & \dots\dots\dots 147 - 117 = 30 (+ 25,6\%) \\
 24 \text{ часа} & \dots\dots\dots 223 - 164 = 59 (+ 36,0\%) \\
 60 \text{ часовъ} & \dots\dots\dots 325 - 219 = 106 (+ 48,4\%)
 \end{aligned}$$

Такъ какъ отъ разложенія пировиноградной кислоты могло выдѣляться только 25 mgr. углекислоты, то отсюда слѣдуетъ, что остальные 81 mgr. (106 — 25 = 81) углекислоты выдѣлились на счетъ молочной кислоты.

Слѣдовательно, *пировиноградная кислота вызываетъ разложеніе молочной кислоты убитыми дрожжами, хотя и въ болѣе слабой степени, чѣмъ метиленовая синька въ нашихъ прежнихъ опытахъ.*

Этотъ избытокъ углекислоты нельзя относить на счетъ стимулированія пировиноградной кислотой самоброженія, такъ какъ по сравненію съ количествомъ углекислоты, выдѣлившейся на молочной кислотѣ, въ порціяхъ

съ самоброженіемъ въ присутствіи пировиноградной кислоты получился ничтожный избытокъ, почти не превысившій 25 mgr., получаемыхъ отъ разложенія пировиноградной кислоты:

18 часовъ	116 — 117 = 0
24 часа	174 — 164 = 10
60 часовъ	248 — 219 = 29 mgr.

Нужно также отмѣтить, что пировиноградная кислота стимулировала разложеніе молочной кислоты сначала слабо (25,6%). Подъ конецъ же опыта эта стимуляція постепенно усиливалась (48,4%).

Опытъ 2.

Три колбы съ 5 гр. зимины въ каждой. Кромѣ того въ первой колбѣ 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2%, пейтрализованной ѣдкимъ кали, и 25 к. см. воды, во второй колбѣ 25 к. см. молочной кислоты 2%, пейтрализованной ѣдкимъ кали и 25 к. см. воды, въ третьей колбѣ 25 к. см. молочной кислоты 2% и 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2%, пейтрализованныхъ ѣдкимъ кали. Во время броженія колбы были плотно замкнуты резиновыми пробками. Черезъ 25 часовъ содержимое всѣхъ трехъ колбъ было отогнано въ охлажденные сифомъ приемники. Качественная реакція на уксусный альдегидъ получилась только въ первой и третьей порціяхъ. Количественное опредѣленіе уксуснаго альдегида дало слѣдующіе результаты:

	Количество уксуснаго альдегида:
1. Пировиноградная кислота	13,5 mgr.
2. Молочная кислота	0 »
3. Молочная и пировиноградная кислоты	11,5 »

Въ третьей порціи, на основаніи количества выдѣленной въ первомъ опытѣ углекислоты, нужно было ожидать образованія 59 mgr. уксуснаго альдегида. Въ дѣйствительности же образовалось только 11,5 mgr., т. е. нѣсколько менѣе, чѣмъ въ первой порціи. Отсюда слѣдуетъ, что *разложеніе молочной кислоты убитыми дрожжами въ присутствіи пировиноградной кислоты идетъ безъ образованія уксуснаго альдегида*, т. е. иначе, чѣмъ въ присутствіи метилспеновой сивьки.

Опытъ 3.

Двѣ колбы съ 5 гр. змѣина въ каждой. Кромѣ того въ первой колбѣ 25 к. см. молочной кислоты 2%, нейтрлизованной ѣдкимъ кали и 25 к. см. воды, во второй колбѣ 25 к. см. молочной кислоты 2% и 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2% нейтрлизованныхъ ѣдкимъ кали. Опытъ продолжался 24 часа. Для разложенія связанной углекислоты по окончаніи опыта въ обѣ колбы было прилито по 10 к. см. 10% сѣрной кислоты. Затѣмъ содержимое колбъ отгонялось и въ отгонѣ опредѣлялось количество спирта по Никлу.

	Углекислота.	Спиртъ.
1. Молочная и пировиноградная кислоты	205 mgr.	167 mgr.
2. Молочная кислота	138 »	143 »
	— 67 mgr.	24 mgr.

$$\frac{C_2H_6O}{CO_2} = \frac{24}{67} = 0,35.$$

Въ виду незначительнаго количества спирта слѣдующій опытъ былъ поставленъ на болѣе продолжительное время и съ болѣе большимъ количествомъ змѣина.

Опытъ 4.

Три колбы по 7 гр. змѣина въ каждой. Кромѣ того въ первой колбѣ 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2%, нейтрлизованной ѣдкимъ кали и 25 к. см. воды, во второй колбѣ 25 к. см. молочной кислоты 2%, нейтрлизованной ѣдкимъ кали и 25 к. см. воды, въ третьей колбѣ 25 к. см. молочной кислоты 2% и 25 к. см. пировиноградной кислоты 0,2%, нейтрлизованныхъ ѣдкимъ кали. Опытъ продолжался 62 часа. Опредѣленіе углекислоты и спирта было произведено какъ въ предыдущемъ опытѣ.

	Углекислота.	Спиртъ.
1. Пировиноградная кислота	490 mgr.	476 mgr.
2. Молочная кислота	447 »	445 »
3. Молочная и пировиноградная кислоты	695 »	514 »

Слѣдовательно, третья порція дала слѣдующій избытокъ углекислоты и спирта по сравненію со второй:

$$\begin{aligned} \text{Углекислота} & \dots\dots\dots 695 - 447 = 248 \text{ mgr.} \\ \text{Спиртъ} & \dots\dots\dots 514 - 445 = 69 \text{ »} \end{aligned}$$

Если же допустить, что въ третьей порціи пировиноградная кислота вызвала не только разложеніе молочной кислоты, а также стимулировала и самоброженіе, то въ такомъ случаѣ изъ данныхъ третьей порціи нужно вычесть данныя изъ второй, а первой порціи:

Углекислота 695 — 490 = 205 мгр.

Спиртъ 514 — 476 = 38 »

Слѣдовательно, даже допустивши стимуляцію пировиноградной кислотой процесса самоброженія въ присутствіи молочной кислоты, мы видимъ, что *пировиноградная кислота вызываетъ разложеніе молочной кислоты убитыми дрожжами съ образованіемъ спирта и углекислоты*. Но замѣчается рѣзкое отклоненіе отъ нормальнаго спиртового броженія, такъ какъ на большое количество выдѣленной углекислоты получается незначительное количество спирта:

$$1) \frac{C_2H_5OH}{CO_2} = \frac{69}{248} = 0,27.$$

$$2) \frac{C_2H_5OH}{CO_2} = \frac{38}{205} = 0,18.$$

Чѣмъ же было вызвано такое сильное преобладаніе углекислоты надъ спиртомъ? Изъ органической химіи хорошо извѣстно, что очень рѣдко реакціи идутъ вполне согласно съ теоретическимъ уравненіемъ: обыкновенно главная реакція сопровождается болѣе или менѣе значительнымъ количествомъ побочныхъ реакцій. Точно также всѣ изучаемыя нами химическія реакціи, производимыя убитыми организмами, обыкновенно отличаются болѣе или менѣе значительно отъ такихъ же реакцій, идущихъ въ живыхъ организмахъ тѣмъ, что сопровождаются различными побочными реакціями, отсутствующими въ живыхъ организмахъ. По всѣмъ вѣроятіямъ и въ изслѣдованіи нами случаѣ разложенія молочной кислоты въ присутствіи пировиноградной побочныя реакціи частью заслонили, а частью и измѣнили главную реакцію разложенія молочной кислоты на спиртъ и углекислоту согласно теоретическому уравненію. Возможно, что одной изъ такихъ побочныхъ реакцій была Канницаровская реакція, очень распространенная въ убитыхъ растеніяхъ и животныхъ. Происходитъ ли она и въ живыхъ организмахъ, — неизвѣстно. Одна эта реакція могла уменьшить выходъ спирта вдвое. Можетъ быть также, что часть молочной кислоты разлагалась съ выдѣленіемъ углекислоты безъ образованія алдегида. Наконецъ возможно, что избытокъ углекислоты получился отъ дальнѣйшаго окисленія

уксусного алдегида. Для рѣшенія этихъ вопросовъ нужны дальнѣйшія изслѣдованія.

Нужно имѣть въ виду, что не одна пировиноградная кислота стимулируетъ спиртовое броженіе, а также и нѣкоторыя другія органическія кислоты¹. Такъ какъ каталитическое дѣйствіе кислотъ зависитъ не только отъ ихъ водородныхъ іоновъ, но и недиссоциированныя кислоты также вызываютъ каталитическое дѣйствіе², то возможно, что пировиноградная кислота производила не только отнятіе водорода, образующими изъ нея уксуснымъ алдегидомъ отъ молочной кислоты, но вызывала еще какое-то иное каталитическое дѣйствіе.

Избытокъ углекислоты надъ спиртомъ обычное явленіе во время анаэробнаго дыханія сѣменныхъ растений. Нужно надѣяться, что нѣкоторые изъ такихъ случаевъ удастся разъяснить на основаніи дальнѣйшаго изученія разложенія дрожжами молочной кислоты въ присутствіи пировиноградной.

Спиртъ, найденный въ порціяхъ съ одной молочной кислотой, образовался конечно не изъ послѣдней, а былъ результатомъ самоброженія, такъ какъ контрольный опытъ показалъ, что прибавленіе къ змиву нейтрлизованной молочной кислоты почти не увеличивало количества выделяемой углекислоты и спирта. Такъ 7 гр. змива за 62 часа во время самоброженія выделили 400 mgr. углекислоты и образовали 417 mgr. спирта.

Какъ отрицательные результаты опытовъ Бухнера и другихъ изслѣдователей не доказываютъ, что молочная кислота не можетъ быть промежуточнымъ продуктомъ спиртового броженія, такъ точно такъ же и наши положительные результаты — въ виду обнаруженной широкой способности убитыхъ дрожжей разлагать самыя разнообразныя соединенія, завѣдомо никакого отношенія къ спиртовому броженію не имѣющія³ — не доказываютъ еще окончательно, что молочная кислота является промежуточнымъ продуктомъ спиртового броженія. Нужно еще остановить спиртовое броженіе на стадіи молочной кислоты, чѣмъ мы въ настоящее время и заняты. Во всякомъ случаѣ наши опыты даютъ, во-первыхъ, схему, указывающую, въ какомъ направленіи нужно работать, и, во-вторыхъ, доказываютъ, что спиртъ является не результатомъ распада, а продуктомъ возстановленія

¹ C. Neuberg and Czapski. *Biochemische Zeitschrift*. **67**, 51, 1914. Цитировано по *Journal of the chem. Society*. May, 1915.

² Dawson and Powis. *Journal of the chemical Society*. **103**, 2135, 1913.

³ Напримѣръ, на основаніи образованія анилина изъ нитробензола убитыми дрожжами нельзя говорить, что эти вещества нормальные продукты обмена веществъ въ дрожжахъ.

уксуснаго алдегида вслѣдствіе отнятія водорода отъ одного изъ промежуточныхъ продуктовъ распада глюкозы.

Исслѣдованія надъ значеніемъ водорода во время спиртового броженія и дыханія внесли полный переворотъ въ наши воззрѣнія на эти процессы. Они показали, что реакціи возстановленія имѣютъ основное значеніе. Отъ нихъ, во-первыхъ, зависятъ анаэробныя окисленія. Во-вторыхъ, они выяснили, что во время образованія промежуточныхъ продуктовъ происходитъ перемѣщеніе внутри молекулы глюкозы не кислорода, какъ думалъ Гоппе-Зейлеръ, а водорода. Въ-третьихъ, одними реакціями распада объяснить химизмъ спиртового броженія и дыханія нельзя, такъ какъ водородъ перемѣщается не только въ предѣлахъ одной молекулы, но также переходитъ отъ одной молекулы къ другой. Слѣдовательно, во время спиртового броженія и дыханія происходитъ взаимодействіе молекулъ между собой.

Ботаническій кабинетъ
Петроградскаго Университета.

Фауна позвоночныхъ въ верхнесарматскихъ отложенияхъ Ставропольской губерніи.

А. П. Иванова.

(Представлено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 20 января 1916 г.).

Лѣтомъ прошлаго 1915 года, одинъ изъ моихъ помощниковъ по геологическому изслѣдованію Ставропольской губерніи — А. А. Иванчинъ-Писаревъ сообщилъ мнѣ, что онъ нашелъ въ верхне-сарматскихъ пескахъ горы Куцай, близъ села Петровскаго много различныхъ костей. Прибывъ въ сентябрѣ прошлаго года въ городъ Ставрополь, я сейчасъ же осмотрѣлъ сборы А. А. Иванчина-Писарева и убѣдился, что его находка представляетъ значительный интересъ, такъ какъ среди массы (около 1 пуда) цѣльныхъ и обломковъ костей легко опредѣлились не менѣе 10 родовъ млекопитающихъ, рептилій и рыбъ костистыхъ и ганюидныхъ. Хотя общій составъ сбора соотвѣтственно своимъ условіямъ залеганія указывалъ на преобладаніе водныхъ животныхъ, но присутствіе наземныхъ млекопитающихъ значительно повышаетъ цѣнность открытой А. А. Иванчинъ-Писаревымъ фауны.

Въ сопровожденіи А. А. Иванчинъ-Писарева черезъ нѣсколько дней я отправился на гору Куцай и убѣдился въ правильности опредѣленія имъ условія залеганія найденныхъ костей. Дѣйствительно, вершина горы Куцай, какъ и всѣ верхи въ окрестностяхъ села Петровскаго, сложена сверху известковыми рыхлыми песчаниками, а внизу сыпучими бѣлыми кварцевыми песками, общей мощности 8—12 м., съ массою (мѣстами) *Mastra caspia*.

Въ нижней части песковъ проходятъ прослойки сѣрой песчанистой глинъ, содержація также *Mastra caspia* Eichw. Песчаный комплексъ верхняго сармата подстилается мощной толщей песчанистыхъ и вязкихъ темныхъ глинъ съ обильной фауной средняго сармата (*Cardium Fittoni* Orb., *C. obsoletum* Eichw., *Mastra ponderosa* Eichw.). Въ описываемомъ обнаженіи отсутствуютъ столь характерные для верхняго сармата Ставрополь-

ской губерніи слою красныхъ прѣсноводныхъ мергелей съ *Planorbis banaticus* и *Paludina*, которые встрѣчались мною и моими сотрудниками почти во всѣхъ обнаженіяхъ верхняго сармата отъ села Константиновки на западѣ до села Бурлацкаго на востокѣ. Всего въ 1 — 1½ верстѣ къ *S* отъ Куцай толща прѣсноводныхъ мергелей съ *Planorbis* и *Paludina*, мощностью до 4 м., уже наблюдается. Въ указанномъ пунктѣ горы Куцай прѣсноводныя отложенія выражены, повидному, песками и, можетъ быть, прослойками глинъ, какъ это наблюдалось мною напримѣръ въ селѣ Константиновкѣ, гдѣ мергелей около 1 м. и недостаточно различимыя крупныя *Unio* встрѣчаются здѣсь въ тонкихъ прослойкахъ вязкихъ глинъ, прорѣзающихъ толщу 3 — 4 м. песковъ, лежащихъ ниже мергелей съ *Planorbis*. Вообще же *Mactra caspia* Eichw. и *Mactra crassicollis* Sinz. встрѣчаются въ ставропольскомъ верхнемъ сарматѣ и совмѣстно съ прѣсноводными моллюсками, и даже въ типичныхъ прѣсноводныхъ мергеляхъ, напримѣръ въ Крутой Балкѣ около села Высоцкаго я находилъ *Mactra caspia* вмѣстѣ съ *Planorbis*’ами. Въ обнаженіяхъ горы Куцай однако прѣсноводныхъ моллюсковъ ни въ пескахъ, ни въ глинахъ не найдено; замѣчу, однако, что особаго усердія къ отысканію прѣсноводныхъ моллюсковъ здѣсь нами и не прилагалось.

Кости *Phoca* и другихъ водныхъ животныхъ залегаютъ на Куцаѣ несомнѣнно въ нижнихъ 2 — 3 м. песковъ и глинъ верхняго сармата, обломки же костей крупныхъ наземныхъ млекопитающихъ лежатъ несомнѣнно нѣсколько выше, но все же въ нижнихъ 3—5 м. песчано-глинистой толщ; такое, по крайней мѣрѣ, получилось впечатлѣніе при поверхностномъ изслѣдованіи, безъ расчистки этого сыпучаго песчанаго обнаженія. Главная масса костей нами собрана у основанія песковъ въ осыпи, на поверхности глинистыхъ прослоекъ, по всюду, гдѣ представлялось возможнымъ нѣсколькими ударами ручной лопаты обнаружить коренное залеганіе, мы всегда находили *in situ* нѣсколько экземпляровъ костей.

Совмѣстная моя поѣздка съ А. А. Иванчинъ-Писаревымъ значительно расширила составъ фауны въ сторону наземныхъ млекопитающихъ, служившихъ главнымъ предметомъ моихъ поисковъ, но все же, хотя, какъ видно изъ нижеслѣдующаго списка, найденная безъ раскопокъ и всего за одинъ день фауна оказалась довольно богатой, ожиданія найти хоть части черепа или даже челюсти не оправдались. Соотвѣтственно съ характеромъ отложеній, — морскіе сыпучіе среднезернистые кварцевые пески съ прослойками крупнозернистыхъ (зерна до 2 — 3 мм.) — и трудно ожидать хорошаго сохраненія скелетовъ наземныхъ животныхъ. Для сужденія о петрографическомъ генезисѣ верхне-сарматскихъ песковъ этого обнаженія, весьма

интересны слѣдующія, найденныя мною экзотическія находки: три кремневыхъ обломка брюшной створки *Spirifer* sp., одинъ изъ группы *fasciger*, 2 кремневыхъ, почти полныхъ, одиночныхъ коралла (*Bothrophyllum*?), одинъ экземпляръ *Syringopora* и нѣсколько десятковъ кремней величиной до 5 с. м. Вѣроятно все, конечно, искать родины этихъ каменноугольныхъ валуновъ въ области сѣвернаго побережья Маныча, т. е. въ связи съ найденными здѣсь А. Богачевымъ слѣдами каменноугольныхъ отложеній.

Только на дняхъ, въ концѣ декабря, получены мною изъ Ставрополя ящички съ куцайскими костями.

Предварительный списокъ найденныхъ костей таковъ:

1. *Hipparion gracile* Каур. нѣсколько верхнихъ и нижнихъ *m*.
2. *Hipparion* sp. одинъ неполный *m*.
3. *Rhinoceros* sp. одинъ зубъ, *m*.
4. *Aceratherium* sp. 2 зуба *m*.
5. *Listriodon* (*non splendens* Meyer) обломокъ нижняго *C*.
6. *Gazella*? — фаланга и *astragalus*.
7. Крупное парнопадное — *astragalus*, *calcaneum*, фаланга.
8. *Sus*? sp., одинъ обломокъ *pm*.
9. *Phoca* aff. *pontica* (нѣсколько меньше *P. pontica*), по нѣсколькимъ десяткамъ почти всѣхъ характерныхъ костей, но только 7 обломковъ нижнихъ челюстей съ 2 — 5 зубами.
10. *Cetotherium priscum* Brand. — 3 *humerus*'a, нѣсколько позвонковъ и 3 *ossa tympani*.
11. *Cetotherium*? sp., 3 большихъ 6 с. т. *ossa tympani* и нѣсколько позвонковъ съ діаметромъ почти 6 см.
12. *Aves* — нѣсколько шейныхъ позвонковъ и костей конечностей.
13. *Reptilia* — нѣсколько мелкихъ позвонковъ.
14. Черепаха — много обломковъ щитовъ, главнымъ образомъ нижняго, очень толстаго (до 10 мм.).
15. *Acipenseridae* — большое количество очень крупныхъ, до 15 с. м., толстыхъ кожныхъ чушей и костей.
16. *Chrysophrys* sp. — къ видамъ этого рода несомнѣнно относятся многочисленные тупоконечскіе, слегка загнутые, круглые выпуклые и овальные плоскіе съ круговымъ валикомъ снизу черные зубы, во множествѣ находящіеся въ пескахъ куцайскаго обнаженія. Нѣсколько найденныхъ костей черепа повидимому также относятся сюда.
17. *Pisces* — мелкіе, острые тонконечскіе черные зубы.

Вышеприведенный предварительный список несомненно значительно расширится, если обратить специальное внимание на поиски фауны позвоночных в верхне-сарматских отложениях Ставропольской губернии, обважения которых геологически изучены нами в нескольких десятках пунктов. Кости водных млекопитающих перёдки и в более низких горизонтах (среднем и нижнем) сармата Ставропольской губернии, как и во многих других частях южной России, но остатки гапидных рыб и *Chrysophrys* повидному довольно редки. Стоит отметить, что круглые зубы *Chrysophrys* находились мною в Фитониевых известняках окрестности Ставрополя, а в нижней части среднего сармата, в тощих глинах у села Татарки мною были найдены в 1914 году очень крупные, до 5 см. чешуи, повидному относящаяся к тому же роду, по нижеследующему основанию: А. А. Иванчин-Писарев нашёл в нижней части тощих глин среднего сармата, на 30 — 40 м. ниже подошвы песков с *Mastra caspia* большое количество огромных, до 10 с. м. диаметр и 4 мм. толщиной, чешуй и других крупных рыбных костей, среди которых М. Г. Терехов разыскал при тщательной препаровке обломки небных костей с сидящими на них мелкими круглыми зубами *Chrysophrys*. Присутствие нескольких характерных представителей пикермийской фауны в верхнем сармате восточной половины Ставропольской губернии конечно не требует особого подчеркивания; этот район является самым восточным из русских пикермийских месторождений. Описанный Н. Хоменко¹ обломок челюсти *Hipparion* sp. из села Бурлацкого Ставропольской губернии несомненно происходит также из верхне-сарматских известковых песчаников, так как известково-песчаных отложений среднего сармата у села Бурлацкого и выше и ниже по рёкѣ Тумузловкѣ, итѣ: пески и песчанистые известняки с *Mastra caspia* и *Mastra crassicollis* лежатъ здѣсь на сильно размытыхъ темныхъ глинахъ с *Cryptomactra pes anseris*.

Москва. 14 января 1916 г.

¹ Труды Ставропольскаго О-ва для изученія сѣверо-кавказскаго края. Т. III, вып. 1. 1913 г.

Новыя изданія Императорской Академіи Наукъ.

(Выпущены въ свѣтъ въ январѣ 1916 года).

1) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія. (Bulletin. VI Série). 1916. № 1, 15 января. Стр. 1—56. Съ 4 табл. 1916. lex. 8°.—1615 экз.

2) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія (Bulletin. VI Série). 1916. № 2, 1 февраля. Стр. 57—98. Съ 2 табл. 1916. lex. 8°.—1615 экз.

3) Записки И. А. Н. по Физико-Математическому Отдѣленію. (Mémoires. VIII Série. Classe Physico-Mathématique). Томъ XXVIII, № 9. Научные результаты экспедиціи братьевъ Кузнецовыхъ на Полярный Уралъ въ 1909 г., подъ начальствомъ О. О. Баклунда. Вып. 9. (Résultats scientifiques de l'Expédition des frères Kuznetsov (Kouznetzov) à l'Oural Arctique en 1909, sous la direction de H. Backlund. Livr. 9). N. Annandale. Description of a freshwater sponge from the North-West of Siberia (I + 3 стр.). 1915. 4°.—800 экз. Цѣна 25 коп.; 25 сор.

4) Труды Радіевой Экспедиціи Императорской Академіи Наукъ. № 4. А. Гинзбергъ. Къ петрографіи Закавказья. (По матеріаламъ Г. И. Касперовича. Съ приложеніемъ списка минераловъ, составленнаго А. Е. Ферсманомъ) (I + 30 стр. + 1 табл.). 1915. lex. 8°.—415 экз. Цѣна 40 коп.; 40 сор.

5) Труды Радіевой Экспедиціи Императорской Академіи Наукъ. № 6. П. Орловъ. Къ вопросу о нахожденіи радіоактивныхъ веществъ въ шлихахъ золотоносныхъ областей Сибири (II + 52 стр.). 1915. lex. 8°.—415 экз. Цѣна 70 коп.; 70 сор.

6) Матеріалы для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. 2. Что сдѣлано въ Россіи въ 1915 году по культурѣ лекарственныхъ растений. В. Л. Комарова (I+12 стр.). 1916. 8°. — 2015 экз.

Цѣна 10 коп.; 10 сор.

7) Отчеты о дѣятельности Комиссіи по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи состоящей при Императорской Академіи Наукъ. № 1 (I+21 стр.). 1915. lex. 8°. — 515 экз. Въ продажу не поступаетъ.

8) Христіанскій Востокъ. Годъ 4-й. 1915. Серія, посвященная изученію христіанской культуры народовъ Азіи и Африки. Томъ IV, выпускъ II (стр. 141—228 + табл. I—X). 1915. lex. 8°. — 515 экз.

Цѣна 1 руб. 35 коп.; 1 rubl. 35 sor.

9) Сборникъ Музея Антропологии и Этнографіи при Императорской Академіи Наукъ. Томъ II, 4. (Publications du Musée d'Anthropologie et d'Ethnographie de l'Académie Impériale des Sciences de Petrograd. Volume II, 4). Систематическое иллюстрированное описаніе коллекціи уродовъ Музея Антропологии и Этнографіи имени Императора Петра Великаго при Императорской Академіи Наукъ. Выпускъ III. Сросшіеся грудной клѣткой. — Thoracopagi. Составилъ Д-ръ мед. К. З. Яцута (III+105—152 стр., изъ нихъ 12 табл. рис.). 1915. lex. 8°. — 415 экз.

Цѣна 1 руб.; 1 rubl.

10) Словарь Русскаго языка, составленный Вторымъ Отдѣленіемъ Императорской Академіи Наукъ. Пятаго тома выпускъ первый. Л. — Лѣткій (VI+I+столб. 1—320). 1915. 6. 8°. — 6015+50 вел. экз. Цѣна 75 коп.

11) Извѣстія Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ 1915 г. Тома XX-го книжка 4-я (VII+329 стр.). 1916. 8°. — 815 экз.

Цѣна 1 руб. 50 коп.

12) Каталогъ изданій Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ. Февраль 1916 г. (25 стр.). 1916. 8°. — 315 экз.

Въ продажу не поступаетъ.

Оглавление. — Sommaire.

Статьи:	Стр.	Mémoires:	Pag.
П. Земаѣченскій. Фельдшпатизація пазвестняковъ. (Съ 1 таблицей)	99	*P. Zemiatčenskij. Sur la feldspatisation des calcaires. (Avec 1 planche)	99
В. Заленскій. Созрѣваніе п оплодотвореніе яйца <i>Salpa maxima-africana</i>	123	*V. V. Zalenskij. La maturation et fécondation de l'oeuf de <i>Salpa maxima-africana</i>	123
*А. М. Ляпуновъ. Объ уравненіяхъ, принадлежащихъ поверхностямъ пропаводныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія пращающейсѣ жидкости.	139	А. Liapounoff (L'apunov). Sur les équations qui appartiennent aux surfaces des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes d'un liquide homogène en rotation.	139
В. А. Стенловъ. О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ. Сходимость формулъ механическихъ квадратуръ	169	*W. Stekloff (V. Steklov). Sur le calcul approché des intégrales définies à l'aide des quadratures dites mécaniques.	169
В. И. Палладинъ и Д. А. Сабининъ. Разложеніе молочной кислоты убитыми дрожжами.	187	*W. Palladin et D. Sabinin. Sur la décomposition de l'acide lactique par la levûre tuée.	187
А. П. Ивановъ. Фауна позвоночныхъ въ верхнесарматскихъ отложеніяхъ Ставропольской губерніи.	195	*А. P. Ivanov. Sur la faune des vertèbrés dans le sarmatique supérieur du gouvernement de Stavropol.	195
Новія изданія	199	*Publications nouvelles.	199

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Февраль 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

1916.

NOV 29 1916

№ 4.

4505

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

1 МАРТА.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

1 MARS.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

3

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI série) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое іюня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно по свѣше 80-ти листовъ въ годъ, въ припятномъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Ответственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ внѣ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуры принимаетъ на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти отписокъ, но безъ отдѣльной нагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать отписки сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишннихъ отписокъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ отписокъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учреждениямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у коммиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.



ФОТОКИРИ И ТИП А. Ф. ДРЕССЕРА

А. И. ВОЕЙКОВЪ.

Александръ Ивановичъ Воейковъ.

Некрологъ.

(Читанъ въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 3 февраля 1916 года
академикомъ М. А. Рыкачевымъ).

28 января скончался корреспондентъ Императорской Академіи Наукъ, Александръ Ивановичъ Воейковъ. Въ лицѣ Александра Ивановича утрачена крупная научная сила. Изъ современныхъ ученыхъ весьма и весьма немногіе могутъ стать въ уровень съ Александромъ Ивановичемъ по отношенію къ тому, что сдѣлано имъ въ области метеорологіи и въ особенности — климатологіи.

Покойный принадлежалъ къ древнему роду потомственныхъ дворянъ; родился въ Москвѣ 8 мая 1842 года. Отецъ Александра Ивановича, Иванъ Ѳедоровичъ, былъ военнымъ, участвовалъ въ кампаніяхъ отечественной войны, былъ раненъ въ Феръ-Шампенуазѣ; скоро вышелъ въ отставку, проживалъ въ деревнѣ. Мать Александра Ивановича была Варвара Дмитриевна, урожденная Мертваго. Родители Александра Ивановича скончались, когда ему было 5 лѣтъ. Онъ воспитывался въ семьѣ дяди своего Дмитрія Дмитриевича Мертваго, помѣщика Московской губерніи, проживавшаго въ подмосковномъ имѣніи. Тамъ же Александръ Ивановичъ провелъ дѣтство.

Въ 1860 году онъ поступилъ на физико-математическій факультетъ Петроградскаго Унниверситета. По случаю студенческихъ волненій ему пришлось въ слѣдующемъ году покинуть Унниверситетъ и окончивать образованіе за границею; въ 1865 году онъ получилъ въ Геттингенскомъ Унниверситетѣ степень доктора философіи.

Въ 1880 году онъ былъ избранъ почетнымъ докторомъ Физической географіи Императорскаго Московскаго Университета. Въ 1882 году поступилъ приватъ-доцентомъ въ Петроградскій университетъ, а съ 1887 состоялъ ординарнымъ и съ 1912-го заслуженнымъ профессоромъ того же университета. Корреспондентомъ Императорской Академіи Наукъ онъ избранъ въ 1910 году.

Во время возвращенія Александра Ивановича въ Россію въ 1866 году, Главная Физическая Обсерваторія была переведена въ вѣдѣніе Императорской Академіи Наукъ; директоромъ ея на мѣсто скончавшагося основателя Обсерваторіи Купфера былъ избранъ маститый метеорологъ Кемцъ, заставшій Обсерваторію, вслѣдствіе полного отсутствія у Купфера интеллигентныхъ помощниковъ, въ отчаянномъ состояніи; на первыхъ же порахъ потребовался помощникъ; на эту должность, пока не штатную, былъ приглашенъ А. И. Воейковъ; было условлено въ какой день онъ долженъ былъ явиться, но оказалось, что въ это время онъ уже отправился въ одно изъ своихъ путешествій, позабывъ, вѣроятно, по свойственной ему разбѣиности, предупредить объ отказѣ на сдѣланное ему предложеніе. Этотъ характерный эпизодъ отчасти опредѣляетъ и его дальнѣйшую дѣятельность въ ближайшіе годы. Дѣйствительно, Александръ Ивановичъ Воейковъ былъ прирожденный любитель путешествій, предпочитавшій созерцать и изучать природу непосредственно, а не только по книгамъ; ему не по душѣ была бы замкнутая кабинетная работа, притомъ въ значительной степени административная. А. И. Воейковъ обладалъ всѣми дарами природы и подготовкою, чтобы сдѣлаться идеальнымъ путешественникомъ, какимъ онъ себя и заявилъ. Владѣя свободно, помимо русскаго, языками французскимъ, нѣмецкимъ, англійскимъ и испанскимъ, съ которыми онъ успѣлъ познакомиться во время путешествія по Южной Америкѣ, хорошо знакомый съ современнымъ состояніемъ науки по избранной имъ специальности — онъ чувствовалъ себя какъ дома въ интеллигентныхъ кругахъ всѣхъ странъ земного шара. Его способность ограничивать свои потребности до крайности и переносить неудобства пути — дозволяла ему посѣщать и трудно доступныя мѣстности, а его проникновенная наблюдательность, схватывающая все, что представляютъ интереснаго и новаго происходящія явленія, въ связи съ замѣчательною памятью, давала ему возможность выносить изъ путешествій цѣнный багажъ для науки. Свою любовь къ путешествіямъ Александръ Ивановичъ проявилъ съ юныхъ лѣтъ; 15—16-ти лѣтъ онъ путешествовалъ по Западной Европѣ и въ Малой Азіи. Во время послѣдующихъ путешествій онъ посѣтилъ почти всѣ страны Стараго и Новаго Свѣта, исколесивъ Европейскую

Россію, неоднократно посѣщаль Кавказъ, Туркестанъ и другія наши окраины; большое число путешествій было посвящено Западной Европѣ; подробно были имъ обследованы Галиція, Буковина, Румынія, Венгрія и Трансильванія. Изъ большихъ и болѣе продолжительныхъ путешествій упомянемъ о его трехлѣтнемъ путешествіи по Сѣверной и Южной Америкѣ съ 1873 до 1875 года и, затѣмъ о путешествіяхъ въ Индію, на островъ Яву и въ Японію, совершенныхъ въ послѣдующіе 2 года.

Возвращаясь изъ путешествій, Александръ Ивановичъ дѣлился своими впечатлѣніями и добытыми результатами съ любителями географіи и метеорологіи; его доклады, живой разсказъ о путешествіи, простое и ясное изложеніе добытыхъ результатовъ — привлекали многочисленныхъ слушателей въ Географическое Общество, въ которомъ онъ главнымъ образомъ работалъ. Послѣ cadaго путешествія матеріалъ обрабатывался и былъ обнародованъ. Всѣ свои путешествія Александръ Ивановичъ предпринималъ почти исключительно на свои средства; для этой цѣли онъ не задумался затратить все свое состояніе — такъ что послѣдніе годы онъ жилъ исключительно на свой заработокъ.

Научная дѣятельность Александра Ивановича посвящена была весьма разнообразнымъ вопросамъ метеорологіи какъ общаго характера, такъ и болѣе спеціальнаго, и въ особенности — климатологіи. Въ 1910 году я представилъ Академіи, насколько возможно, полный списокъ трудовъ Александра Ивановича, занявшій 12 страницъ большого формата и заключающій въ себѣ до 460 названій трудовъ и статей, изданныхъ А. И. Воейковымъ въ Россіи и за границей, на русскомъ, французскомъ, нѣмецкомъ и англійскомъ языкахъ, съ 1865 до 1910 года. Къ этому списку за послѣднія 5 лѣтъ прибавилось еще нѣсколько десятковъ статей. Сюда не вошли нѣсколько сотенъ мелкихъ статей, замѣтокъ и краткихъ рецензій, печатавшихся въ Метеорологическомъ Вѣстникѣ подъ рубриками: «Мелкія статьи» и «Обзоръ литературы». Александръ Ивановичъ имѣлъ даръ обобщать наблюдаемые явленія, давать свое освѣщеніе накопленному наукою матеріалу и излагать свои выводы просто, ясно и доступно для широкихъ круговъ; поэтому его труды не только двигаютъ науку, но и способствуютъ ея популяризаціи.

Изъ большихъ и наиболѣе важныхъ трудовъ его, болѣе общаго характера, назовемъ: «Климаты земного шара, въ особенности Россіи» — отдѣльное изданіе 1884 года, въ 640 стр. съ 24 таблицами; «Die atmosphärische Circulation. Verbreitung des Luftdruckes der Winde und der Regen auf der Oberfläche der Erde», Petermanns Mitteilungen 1874 (Циркуляція атмосферы. Распределеніе вѣтровъ и дождей на земной поверхности);

«Discussion and analysis of Professor Coffin's tables and charts of the winds of the Globe»¹.

Изъ большого ряда трудовъ, посвященныхъ климату отдѣльных мѣстностей, упомянемъ о «Климатѣ Полѣсья», напечатанномъ въ приложеніи къ очерку работъ западной экспедиціи по осушенію болотъ въ теченіе 1873—1898 гг. Александръ Ивановичъ принималъ дѣятельное участіе въ разработкѣ программы работъ, организованныхъ экспедиціею по изслѣдованію климата этого края, а по истеченіи двадцатипятилѣтія далъ и научные результаты, имѣющіе важное значеніе и для практическихъ цѣлей. Трудъ изданъ въ 1899, а передъ смертію Александръ Ивановичъ былъ усиленно занятъ вторымъ, значительно пополненнымъ изданіемъ этого труда по порученію Отдѣла Земельныхъ Улучшеній. Книга должна была выйти въ февралѣ текущаго года.

Не мало вниманія удѣлялъ Александръ Ивановичъ Туркестану, неоднократно имъ посѣщенному и которому онъ посвятилъ нѣсколько трудовъ. Онъ былъ однимъ изъ инициаторовъ, возбуждавшихъ интересъ къ развитію хлопководства въ этомъ краѣ. Въ 1912 г., когда вопросъ этотъ стоялъ остро по случаю встрѣтившихся затрудненій получать этотъ матеріалъ изъ Америки, Александръ Ивановичъ по соглашенію съ Хлопковымъ Комитетомъ и съ Главнымъ Управленіемъ Землеустройства и Земледѣлія совершилъ 4½ мѣсячное путешествіе по Туркестану главнымъ образомъ съ цѣлью изслѣдованія на мѣстѣ этого вопроса. Результатомъ явился изданный Хлопковымъ Комитетомъ докладъ, въ которомъ всесторонне изложены условія успѣха въ этомъ дѣлѣ. Другимъ результатомъ этой поѣздки явился въ 1914 г. на французскомъ языкѣ обширный трудъ Александра Ивановича «Le Turkestan Russe», съ текстомъ въ 360 страницъ, иллюстрированный картами и превосходными фотографіями, характеризующими рельефъ мѣстности, растительность, архитектуру древнихъ памятниковъ, типы обитателей и проч. Трудъ даетъ въ краткомъ популярномъ изложеніи полный географическій очеркъ страны.

Большое число статей посвящено климатамъ разныхъ мѣстностей Россіи и другихъ странъ, въ томъ числѣ многія относятся и къ климату лѣчебныхъ мѣстъ. Въ статьѣ «Климатъ Кисловодска въ зимнее полугодіе и

¹ Этотъ послѣдній трудъ составляетъ текстъ книги: Coffin, Winds of the Globe, Washington. Эта важная для науки и практики работа была предпринята Смитсоновымъ Институтомъ совместно съ Кофиномъ, который скончался, когда вычисленія цифровыхъ таблицъ не были закончены. Институтъ, воспользовавшись пребываніемъ Александра Ивановича въ Соединенныхъ Штатахъ, предложилъ ему закончить работу и написать весь текстъ.

сравненіе его съ другими климатическими мѣстами» Александръ Ивановичъ убѣдительно доказываетъ, что въ климатическомъ отношеніи Кисловодскъ не уступаетъ наиболѣе популярнымъ заграничнымъ курортамъ.

По другимъ отдѣламъ, много статей посвящено примѣненію метеорологіи къ сельскому хозяйству.

Рядъ статей относится къ болѣе общимъ вопросамъ, какъ напримѣръ объ измѣненіи и колебаніяхъ климата земного шара, о вліяніи климата на человѣка и человѣка на климатъ.

Чтобы дать понятіе о разнообразіи предметовъ, которыми занимался Александръ Ивановичъ, я привожу въ дополненіе къ изложенному указаніе на еще нѣсколько его трудовъ:

Измѣненіе уровня Волги и Каспійскаго моря. 1871.

Путешествія: по центральной Америкѣ, по Индіи, кругомъ свѣта. 1875—1876.

Климатъ области муссоновъ Восточной Азіи. 1879.

Объ акклиматизаціи чайнаго дерева и бамбука въ Закавказьѣ. 1883.

О нѣкоторыхъ условіяхъ распредѣленія тепла въ океанахъ и ихъ отношеніи къ термостатикѣ земного шара. 1883.

Чередованіе теплыхъ и холодныхъ зимъ. 1891.

Вулканическое изверженіе на Антильскихъ островахъ и его значеніе для метеорологіи. 1902.

Будетъ ли Тихій океанъ главнымъ торговымъ путемъ земного шара. 1904.

Климатическія условія ледниковъ и ледяныхъ покрововъ сѣвернаго полушарія настоящихъ и прошедшихъ. 1909.

Опыляющіе наптки, ихъ свойства и географическое распространеніе. 1910.

Горные и степные суховѣи. 1912.

Круговоротъ водяныхъ паровъ и солесостей морей. 1911.

Морскіе береговые бризы. 1914.

Какъ убѣжденный вегетарианецъ, Александръ Ивановичъ написалъ и по этому предмету нѣсколько статей.

Охватывая въ совокупности всѣ труды Александра Ивановича, намъ представляется, что тѣ изъ нихъ, которые посвящены другимъ странамъ или общимъ вопросамъ по физической географіи, по метеорологіи и по климатологіи составляютъ фонъ для указанія того мѣста, которое на немъ занимаетъ Россія.

Особенно велика заслуга Александра Ивановича въ тѣхъ трудахъ,

которые двинули вперед метеорологическія изслѣдованія Россіи; сюда относится его дѣятельность по изслѣдованію грозъ и количества выпадающихъ осадковъ и въ особенности по настойчиво и систематично проведеннымъ имъ наблюденіямъ надъ снѣговымъ покровомъ.

Въ 1870 году Александръ Ивановичъ издалъ въ I томѣ «Метеорологическаго сборника» Академіи Наукъ свой трудъ «О распредѣленіи дождей въ Россіи», предпринятый имъ именно съ цѣлью — обратить вниманіе на важное значеніе этихъ изслѣдованій; онъ указываетъ на крайній недостатокъ дождемѣрныхъ станцій, лишавшій возможности отвѣчать на многіе вопросы, важные не только въ научномъ, но и въ практическомъ отношеніи, какъ напримѣръ — о вліяніи лѣсовъ на осадки и др. Несмотря на скудный матеріалъ автору удалось подмѣтить связь распредѣленія осадковъ съ характеромъ растительности, съ распредѣленіемъ вѣтровъ и прочее. Въ заключеніе своей работы авторъ указываетъ на тѣ мѣстности, въ которыхъ особенно желательно имѣть болѣе густую сѣть правильно дѣйствующихъ дождемѣрныхъ станцій. «Если это будетъ сдѣлано», говоритъ Александръ Ивановичъ, «дѣтъ черезъ 10 можно пріять за ту же работу, но уже дать точные законы вмѣсто гипотезъ».

Какъ бы ни встрѣчу этимъ пожеланіямъ, въ это время Императорское Русское Географическое Общество было озабочено учрежденіемъ центрального метеорологическаго комитета, который долженъ находиться въ постоянныхъ сношеніяхъ съ наблюдателями, снабжать ихъ приборами и инструкціями и давать общее направленіе всей работѣ по изслѣдованію Россіи въ метеорологическомъ отношеніи — въ дополненіе къ тому, что дѣлается Главною Физическою Обсерваторіею.

Въ Географическое Общество А. И. Воейковъ поступилъ тотчасъ по возвращеніи изъ-за границы послѣ окончанія университетскаго образованія, а именно 19-го января 1866 года; съ тѣхъ поръ онъ состоялъ однимъ изъ самыхъ дѣятельныхъ его членовъ; неоднократно онъ былъ избираемъ въ члены Совѣта, а въ послѣдніе годы состоялъ почетнымъ членомъ Общества.

Въ организаціи метеорологической комиссіи А. И. Воейковъ принималъ самое живое участіе; ему было поручено во время его заграничной поѣздки — войти въ сношеніе съ метеорологическими Обществами и учрежденіями для обмѣна изданіями и вообще для установленія связи съ упомянутою комиссіею, которая была окончательно организована въ 1870 году.

Особое вниманіе комиссіи было обращено на организацію густой сѣти наблюденій надъ осадками и грозами. По возвращеніи изъ-за границы А. И. Воейковъ написалъ популярную статью о важности этихъ наблюденій,

которая была напечатана во многих газетахъ. Имъ же обработаны и первыя наблюденія вновь организованной сѣти. Результаты изданы въ его статьѣ «Осадки и грозы съ декабря 1870 по ноябрь 1871 года», помѣщенной въ VI томѣ Записокъ Географическаго Общества. Въ этомъ же томѣ помѣщена статья его «Распредѣленіе осадковъ въ Россіи», основанная на болѣе обильномъ матеріалѣ.

Предпринятый Александромъ Ивановичемъ рядъ заграничныхъ путешествій отвлекъ на нѣсколько лѣтъ его вниманіе отъ Комиссіи. Налаженные метеорологическія наблюденія, поступавшія въ Общество, передавались въ Главную Физическую Обсерваторію. Въ 1883 году Метеорологическая Комиссія была преобразована. Предсѣдателемъ новой и съ этого времени постоянной комиссіи, въ ея новомъ составѣ, единогласно избранъ А. И. Воейковъ, который и оставался на этомъ посту до своей смерти. Дѣятельность этой новой комиссіи, благодаря ея энергичному и неутомимому предсѣдателю, умѣвшему привлекать сотрудниковъ, образовала фактически какъ бы новое отдѣленіе Общества, съ своимъ органомъ «Метеорологическій Вѣстникъ», хотя номинально комиссія числится при Отдѣленіи Физической Географіи. По инициативѣ предсѣдателя особое вниманіе комиссіи было обращено на примѣненіе метеорологіи къ сельскому хозяйству, — были выработаны и разосланы наблюдателямъ соответственныя инструкціи въ дополненіе къ общимъ метеорологическимъ. Произведенныя по этимъ инструкціямъ наблюденія собирались въ комиссіи, обрабатывались и издавались А. И. Воейковымъ ежегодно съ 1885 до 1893 года. Впослѣдствіи этими изслѣдованіями занялось Главное Управление Землеустройства и Земледѣлія, учредившее для этой цѣли особое Бюро.

Въ связи съ сельскохозяйственною метеорологіею Александръ Ивановичъ поднялъ вопросъ о необходимости систематическихъ изслѣдованій снѣгового покрова.

Еще въ 1871 году въ статьѣ «Вліяніе снѣговой поверхности на климатъ» онъ указывалъ на важное значеніе снѣгового покрова для науки, для сельскаго хозяйства и проч.; горячо призывалъ къ организаціи соответственныхъ наблюденій; но только съ образованіемъ новой комиссіи ему удалось провести это дѣло.

Въ замѣчательной статьѣ «Снѣжный покровъ, его вліяніе на климатъ и погоду и способы изслѣдованія», вышедшей въ 1885 году и во второмъ изданіи въ 1889 году, Александръ Ивановичъ убѣдительно и исчерпывающимъ образомъ доказываетъ — какое вліяніе снѣговой покровъ оказываетъ на температуру почвы и воздуха, на весенніе паводки, на сельское хозяйство

и на пути сообщенія. Изслѣдованія свѣжнаго покрова дали бы возможность предусматривать нѣкоторыя выдающіяся явленія, какъ напримѣръ — наступленіе высокихъ половодій. Авторъ указываетъ на необходимость систематическихъ наблюденій надъ высотой покрова и надъ плотностью его въ дополненіе къ другимъ характернымъ явленіямъ относительно начала залеганія, таянія, структуры свѣга и проч.

Статью свою авторъ заканчиваетъ словами: «Въ томъ видѣ, какъ я его ставлю, вопросъ этотъ — государственный въ полномъ смыслѣ слова и я убѣжденъ, что придетъ время, когда онъ и будетъ признанъ таковымъ, но пока этого нѣтъ, — возможно кое-что сдѣлать и въ болѣе скромныхъ размѣрахъ».

Предвидѣнное время — признанія изслѣдованій свѣгового покрова имѣющимъ государственное значеніе — до нѣкоторой степени можно считать наступившимъ; но для этого еще много пришлось потрудиться какъ самому автору, такъ и предсѣдательствуемой имъ комиссіи. Замѣчаніе «пока нѣтъ этого, все же возможно кое-что сдѣлать» было залогомъ, что цѣль будетъ достигнута.

Статья А. И. Воейкова послужила основаніемъ комиссіи для выработки инструкціи, которая и была разослана наблюдателямъ. Первые наблюденія поступили въ комиссію за зиму 1888 — 1889; матеріалъ этотъ былъ обработанъ и изданъ Александромъ Ивановичемъ въ 1890 году. Съ осени 1890 года свѣгомѣрныя наблюденія были введены и въ сѣти Главной Физической Обсерваторіи, вмѣстѣ съ тѣмъ обезпечено дальнѣйшее развитіе этихъ изслѣдованій.

Отличительною чертою Александра Ивановича, какъ предсѣдателя комиссіи, было поощреніе всякой частной инициативы и стремленіе вызывать интересъ къ метеорологіи, чему много способствовали популярныя труды и чтенія предсѣдателя, затѣмъ оживленныя, открытыя для публики, бесѣды въ комиссіи, частыя личныя общенія Александра Ивановича съ сельскими хозяевами и въ особенности съ наблюдателями.

Въ 1889 году, во время VIII съѣзда естествоиспытателей и врачей, на засѣданіи комиссіи, привлечшей многочисленное собраніе любителей метеорологіи, возникъ вопросъ о созданіи особаго органа метеорологіи, въ которомъ бы печатались ученые работы, популярныя статьи, рецензіи и рефераты и обзоръ погоды. Тутъ же нашлись лица, изъявившія готовность ярипять участіе въ журналѣ и оказать матеріальную поддержку на предварительные расходы. Такимъ образомъ былъ основанъ Метеорологическій Вѣстникъ, который съ 1890 года выходитъ ежемѣсячно подъ редакціей особаго комитета, въ составъ котораго вошелъ и Александръ Ивановичъ;

сотоварищи его смѣнялись, но онъ оставался безъ смѣны до смерти своей. Журналъ этотъ является органомъ метеорологической комиссіи. За всѣ 26 лѣтъ существованія журнала—самый богатый и цѣнный научный матеріалъ для него поставилъ Александръ Ивановичъ.

Относительно профессорской дѣятельности Александра Ивановича я ограничусь указаніемъ на его курсы метеорологіи, выдержавшіе нѣсколько изданій.

Война вызвала двѣ статьи Александра Ивановича: «Климатъ царства Польскаго, Галиціи, Буковины, Сѣверной Венгрии, Чехіи, Моравіи и восточныхъ областей Пруссіи» и «Пушечная пальба и дожди». Первая изъ нихъ помѣщена въ январьской книжкѣ Метеорологическаго Вѣстника 1915 г.; въ ней для района военныхъ дѣйствій и для сосѣднихъ областей, къ югу и западу — куда авторъ надѣялся наши войска скорѣ достигнуть — дается орографія мѣстности, режимъ рѣкъ, климатическій очеркъ, съ краткою сводною таблицею данныхъ по температурѣ, осадкамъ за каждый мѣсяць и за годъ. На сколько подобныя справочныя свѣдѣнія полезны для военныхъ цѣлей видно изъ того, что военное вѣдомство обратилось къ Главной Физической Обсерваторіи съ просьбой издать климатическія данныя всѣхъ областей, входящихъ въ сферу военныхъ дѣйствій; эта работа энергично производится Обсерваторіею помѣсячно, конечно въ болѣе полномъ видѣ, чѣмъ это было возможно одному лицу и сразу за 12 мѣсяцевъ.

Въ былое время, въ особенности въ началѣ научной дѣятельности Александра Ивановича въ русской наукѣ, какъ и въ Россіи вообще, существовали партіи, нѣмецкая и русская. Вліяніе той и другой въ Географическомъ Обществѣ сказалось между прочимъ въ томъ, что издаваемый имъ въ Дерптѣ на нѣмецкомъ языкѣ «Repertorium für Meteorologie» былъ замѣненъ учрежденіемъ Метеорологической Комиссіи, обзаведшейся своимъ органомъ «Метеорологическимъ Вѣстникомъ», издающимся на русскомъ языкѣ и, конечно, не въ Дерптѣ, а въ Петроградѣ. Александръ Ивановичъ былъ всегда поборникомъ русской партіи.

Все изложенное уже отчасти характеризуетъ личность Александра Ивановича, какъ человека. Онъ былъ въ высокой степени симпатиченъ. Это была открытая душа, широкая русская натура, развившаяся въ хорошую сторону. Онъ отличался добрымъ, отзывчивымъ сердцемъ; отчаянное положеніе бѣженцевъ изъ раззореннаго жестокимъ врагомъ края затронуло Александра Ивановича до глубины души, какъ это видно изъ того факта, что въ найденныхъ послѣ его смерти запискахъ отмѣчена выдача на помощь бѣженцамъ, въ разное время съ августа по январь, въ общемъ итогѣ до

3500 рублей. Съ особымъ участіемъ онъ относился къ молодежи, всячески старался ей помочь, въ особенности въ предпринимаемыхъ научныхъ работахъ.

Все, знавшіе Александра Ивановича отъ всего сердца пожалѣють о нашей тяжелой утратѣ. До послѣдняго времени Александръ Ивановичъ былъ еще бодръ и продолжалъ во всей силѣ свою творческую научную дѣятельность. Многія работы были имъ начаты или задуманы. Послѣдній его выходъ изъ дома былъ для сдачи корректуры, послѣ инфлуэнцы, отъ которой онъ еще не оправился; этотъ шагъ былъ роковымъ, послѣдовало воспаленіе легкихъ, приведшее къ печальному концу.

Почтимте память выдающагося ученаго и хорошаго человѣка.

ДОКЛАДЫ О НАУЧНЫХЪ ТРУДАХЪ.

С. Ө. Дмитріевъ. Къ циклу развитія *Phyllachora Podagrariae* (Roth) Fuckel и *Septoria Chelidonii* Desm. (S. F. Dmitriev. Sur le cycle évolutif de *Phyllachora Podagrariae* (Roth) Fuckel et *Septoria Chelidonii* Desm.).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г. академикомъ И. П. Бородинымъ).

Исходя изъ стромы съ зачатками перитеціевъ *Phyllachora Podagrariae* Fuckel, авторъ получилъ весною на перезимовавшихъ листьяхъ какъ пикшиды съ стилоспорами, такъ и зрѣлые перитеціи съ сумками. По наблюденіямъ автора въ циклъ развитія названнаго гриба входитъ слѣдующія формы: 1) *Septoria Podagrariae* Lasch; 2) склероціи; 3) *Phyllosticta Aegopodii* Curt.; 4) *Septoriella Podagrariae* Dmitr. n. f.; 5) *Euryachora Podagrariae* Dmitr. n. comb. Последняя, сумчатая, форма развивается въ крайне маломъ количествѣ.

У другого наблюдавшагося авторомъ гриба — *Septoria Chelidonii* Desm. — съ осени залагаются склероціи, превращающіеся весною снова въ пикшиды со стилоспорами. Такимъ образомъ, этотъ грибокъ совершенно утратилъ способность къ образованію сумчатой формы.

На микротомныхъ окрашенныхъ срѣзахъ авторъ прослѣдилъ стадіи развитія изъ склероціевъ весеннихъ пикшидъ у обоихъ грибовъ.

Къ статьѣ приложена 1 таблица (6 рисунковъ).

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» Императорской Академіи Наукъ.

В. Ч. Дорогостайскій. Матеріалы для карцинологической фауны оз. Байкала. (V. Č. Dorogostajskij. Contribution à la faune carcinologique du lac Baïkal).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г. академикомъ В. Н. Носоновымъ).

Лѣтомъ 1915 года мною были изучены рядъ мѣстностей въ южной части озера Байкала въ отношеніи ихъ водной фауны. Наибольшій инте-

ресь представила фауна части Байкала, прилегающей къ дельтѣ рѣки Селенги, гдѣ было найдено хотя и небольшое количество видовъ, но весьма интересныхъ въ томъ отношеніи, что на нихъ весьма опредѣленно сказалось вліяніе среды. Здѣсь-же была открыта одна новая форма гамматиды изъ рода *Axelboecknia*, указывающая на родство байкальскаго вида *Axelboecknia carpenteri* съ каспійскимъ *Boecknia spinosa*. Особый интересъ представляетъ фауна лагунъ озера Байкала («соровъ»), которая весьма отлична отъ фауны открытыхъ водъ озера, хотя нѣкоторыя формы изъ Байкала и проникаютъ въ «соры». Относительно миграціи байкальскихъ видовъ въ тѣни было добыто нѣсколько новыхъ фактовъ: такъ къ единственному виду гаммаридъ — *Brandtia fasciata* — который, по Дыбовскому, заходитъ въ рѣки, слѣдуетъ прибавить еще два вновь открытыхъ. Въ противоположность фаунѣ дельты Селенги, въ животномъ населеніи другихъ посѣщенныхъ мѣстъ Байкала, никакихъ особенныхъ уклоненій въ организаціи животныхъ мною замѣчено не было и здѣсь различіе условій существованія сказалось лишь въ составѣ фауны. Всего много собрано и зарисовано въ краскахъ болѣе 120 видовъ гаммаридъ, среди которыхъ много новыхъ. Пока обработана группа такъ называемыхъ вооруженныхъ гаммаридъ. Изъ 43 представителей этой группы — 12 оказались новыми. Особенно поражаютъ оригинальностью строенія и живостью окраски новые виды: *Brochyuropus nassonowi* n. sp., *Axelboecknia patanini* n. sp., *Parapallasea wosnessenskii* n. sp. и *Acanthogammarus rodionovi* n. sp.

Положено напечатать въ «Запискахъ Физико-Математическаго Отдѣленія» Императорской Академіи Наукъ.

Освобожденіе экспедиціи Вилькицкаго отъ льдовъ въ связи съ синоптическимъ харак- теромъ зимы и лѣта 1915 года.

Кн. Б. Б. Голицына.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 3 февраля 1916 г.).

Весною 1915 года Морское Вѣдомство приступило къ снаряженію вспомогательной экспедиціи для зимовавшей на судахъ «Вайгачъ» и «Таймырь» Гидрографической Экспедиціи Сѣвернаго Ледовитаго океана и къ тому же времени въ Обсерваторіи былъ законченъ физикомъ синоптическаго отдѣленія Обсерваторіи Б. П. Мультановскимъ синоптической анализъ зимы 1914—15 г. и составлено предсказаніе о районахъ большихъ половодій на рѣкахъ Европейской Россіи и Сибири — между прочимъ и въ бассейнахъ Лены и Енисея. Обѣ серіи работъ, произведенныхъ въ Обсерваторіи, выяснили положеніе и напряженность части полярнаго центра дѣйствія атмосферы, подъ непосредственнымъ воздѣйствіемъ которой находилась въ теченіе всей зимы Гидрографическая Экспедиція.

Въ виду интереса, возбуждаемаго этою Экспедиціею, представлялось весьма желательнымъ сдѣлать попытку опредѣленія, хотя-бы въ общихъ чертахъ, ожидаемыхъ лѣтомъ 1915 г. условій погоды въ районѣ устья Енисея - Таймырь и учесть время поступленія вешней воды въ Карское море. Въ Обсерваторіи была предпринята попытка къ изслѣдованію въ этомъ направленіи съ примѣненіемъ выработанныхъ — въ зависимости отъ центровъ дѣйствія атмосферы — типовъ погоды и опредѣленіемъ вѣроятнаго направленія дрейфа подъ вліяніемъ этихъ типовъ.

Съ сообщеніями, вытекавшими изъ этихъ изслѣдованій Мультановскаго, были подробно и заблаговременно ознакомлены *въ апрѣлѣ 1915 г.*

завѣдующій Гидро-Метеорологическою Частью Главнаго Гидрографическаго Управленія Л. Л. Брейтфусъ, которому было поручено снаряженіе вспомогательной экспедиціи. Соображенія эти въ краткихъ чертахъ таковы.

Синоптическія предположенія. Зима 1914—15 г. характеризовалась многократными и сильными воздѣйствіями полярнаго центра дѣйствія атмосферы и надлежало прежде всего опредѣлить географическое положеніе послѣдняго. Въ области, включающей бассейны Мезени, Вычегды, Камы и большей части Оби, въ теченіе зимы не наблюдались центры отрицательныхъ отклоненій барометра отъ нормы. Эта область дѣлится меридіаномъ 60° Ost Gr. на двѣ части: восточная соотвѣтствуетъ такъ называемому нижне-Обскому максимуму, западная — воздѣйствіямъ полярнаго центра, идущимъ отъ Шпицбергена и болѣе активнымъ, чѣмъ нижне-Обскій максимумъ.

Огобравъ наиболѣе рѣзкія отрицательныя отклоненія барометра отъ нормы (по періодамъ) въ теченіе всей зимы и нанеся ихъ на карту, было замѣчено, что они располагались въ эту зиму приблизительно по 55° N по всей Европѣ. Отсюда слѣдуетъ заключить, принявъ во вниманіе обычныя разстоянія, что центры соотвѣствующихъ имъ положительныхъ отклоненій располагаются около 80° N и по предыдущему около 60° Ost Gr, т. е. вблизи земли Франца-Иосифа.

Затѣмъ изъ картъ зимнихъ періодовъ были отобрамы тѣ, которыя дѣйствительно показали выдѣленіе областей положительныхъ отклоненій съ сѣвера (изолинии открыты съ сѣвера), на ихъ прочерчены линіи гребней (средишняя линія) и продолжены къ сѣверу до 80° N. Тѣ періоды, въ которыхъ линіи гребней легли восточнѣе 60° Ost Gr, отнесены къ типу нижне-Обскаго максимума, остальные — ко второй группѣ. Группы эти составились изъ 6 періодовъ каждая, сумма дней въ первой 29, а во второй — 27 и къ нимъ же относятся еще 25 дней менѣе рѣзко выраженныхъ періодовъ тѣхъ же группъ — всего 81 день.

Исходными точками для дальнѣйшаго послужили слѣдующія положенія: 1) упорныя и сильныя полярныя воздѣйствія, наблюдавшіяся въ теченіе всей зимы, не могутъ закончиться сразу и слѣдуетъ ожидать, что онѣ скажутся весною и лѣтомъ (весна и лѣто — среднихъ широтъ); 2) ожидаемыя большія половодія на опредѣленныхъ рѣкахъ Европейской Россіи и Восточной Сибири потребуютъ для своего осуществленія совершенно опредѣленныхъ синоптическихъ условій.

Такимъ образомъ слѣдовало попытаться представить себѣ синоптическія положенія, при которыхъ 1) наступило бы рѣзкое тепло на Ленѣ и

Енисей при условии, 2) что распад зимней положительной аномалии у земли Франца-Иосифа будет идти замедленным темпом.

Отдавая себе вполне отчетъ, что природа располагаетъ многими способами для осуществленія какого-нибудь эпизода, можно было предположить слѣдующую картину, удовлетворяющую указаннымъ двумъ условіямъ, а именно: центръ положительныхъ зимнихъ аномалий смѣщенъ на Таймырь, по Европѣ идетъ подтокъ теплаго океаническаго воздуха и наблюдаются прорывы къ сѣверу частныхъ минимумовъ западнѣ Чернаго моря и западнѣ Байкала.

Область пониженнаго давленія у Англіи необходимо удерживать, чтобы получить согласную теплую тягу съ океана.

Такъ какъ этотъ Англіійскій циклонъ въ теченіе зимы былъ такъ-же постояненъ, какъ и центръ повышеннаго давленія у земли Франца-Иосифа, то съ нимъ связано: 1) развитіе дрейфоваго теченія къ сѣверу вдоль береговъ Норвегіи и соответствующее увеличеніе контрдрейфовъ съ востока (вѣроятно южнѣ Шпицбергена) и сѣверовостока (западнѣ Исландіи) и 2) въ тепломъ сезонѣ надо было ожидать положенія области положительныхъ отклоненій барометра приблизительно по 80° N, между Шпицбергенемъ и Гренландіею.

Такое положеніе привело бы къ тому, что двойственный по своимъ проявленіямъ центръ зимнихъ положительныхъ аномалий у земли Франца-Иосифа распался бы на свои составныя части: одна передвинется на Таймырь, а другая на полярное Гренландское теченіе, т. е. изъ положенія, въ общемъ напоминающаго пассивный полярный максимумъ, мы переходимъ къ положеніямъ активнаго полярнаго сѣверозападнаго положенія и при осуществленіи его слѣдовало ожидать возврата холодовъ между прочимъ и въ районѣ буйнаго таянія снѣговъ на Ленѣ и Енисей.

Для удержанія максимума на Гренландскомъ полярномъ теченіи необходимо существованіе стаціонарной области низкаго давленія приблизительно на землѣ Франца-Иосифа, прохожденіе ряда частныхъ минимумовъ съ сѣверо-запада мимо Шпицбергена и палчіе вторичной циклонической области въ Европейской Россіи. Комбинація этихъ циклоническихъ областей должна вызвать дрейфъ вдоль береговъ Карскаго моря въ направленіи къ сѣверо-востоку, т. е. отъ устьевъ Оби и Енисея къ Таймыру.

Таковы были бы два основныхъ типа, оба теплые въ интересующемъ насъ районѣ, которыхъ можно было ожидать лѣтомъ 1915 г.

Дальнѣйшей стадіи расхожденія центровъ зимнихъ положительныхъ отклоненій барометра отъ нормы ожидать было трудно, такъ какъ замѣ-

чено, что типы погоды въ теченіе отдѣльныхъ сезоновъ имѣють стремленіе колебаться въ сравнительно узкихъ предѣлахъ, что и придаетъ опредѣленную характеристику данному сезону (инерція типовъ погоды). Но если бы и наступила эта далѣйшая стадія, то выразиться она могла лишь какъ смѣшанный типъ съ большими полярными воздѣйствіями, что не мѣняло бы условій дрейфа теплої воды въ Карскомъ морѣ.

Если бы имѣлись подъ рукою многолѣтнія наблюденія надъ высокими половодьями Лены и Енисея, то можно было бы довольно точно опредѣлить моментъ начала перелома на рѣзкое тепло. Въ концѣ же марта 1915 года пришлось сдѣлать недостаточно обоснованное (на основаніи всего 2 графиковъ подъема воды у Витима и Кирепска въ 1899 и 1900 гг.) предположеніе, что такой переломъ надо ожидать въ первой половинѣ мая стараго стиля, тогда какъ онъ осуществился въ тотъ же срокъ, но по новому стилю—ошибка въ двѣ недѣли.

Гидрологическія данныя. Анализъ зимы давалъ возможность ожидать накопленія снѣга въ районѣ нижняго Енисея и нижняго теченія нижней Тунгузки, который долженъ былъ стать при первомъ же переломѣ на тепло, растопившемъ и верховые снѣга на Енисеѣ. Такимъ образомъ, вскрытіе устья Енисея шло-бы за счетъ низового залеганія снѣга, а главная масса талой воды съ верховьевъ и верхнихъ притоковъ попадала бы въ очищенный ото льда и подогрѣтый первою порціею Енисейскій заливъ.

Въ концѣ іюня 1877 года Нуммелинъ съ трудомъ отсидѣлся на крышѣ зимовья въ устьѣ Енисея при прохожденіи волны половодья. Весною этого года было — какъ и въ 1915 году — большое половодье на Днѣпрѣ и эти аналогиі показываютъ близкое синоптическое сходство зимъ 77 и 15 гг. (по условіямъ залеганія покрова) и послѣдующихъ теплыхъ періодовъ (условія таянія)¹. Допустимо предположить, что и лѣтнія условія должны были оказаться близкими. А условія лѣта 1877 года были таковы, что позволяли выполнить «Утренней Зарѣ» свое историческое плаваніе изъ устьевъ Енисея (21, VIII), черезъ Карскія ворота (30, VIII), Варде (11, IX), Кристіанію (31, X), Мотала (20, XI), въ Петроградъ (3, XII). Шхуна эта, передѣланная изъ рѣчной баржи, имѣла размѣры 56 фут. длины, 14 фут. ширины, 6 фут. высоты (Nordenskiöld, Voyage de la «Vega» etc. I, p. 279).

Согласіе выводовъ, полученныхъ изъ разсмотрѣнія синоптическихъ и

¹ Синоптический анализъ зимы 77 г. былъ намѣченъ, но отложенъ изъ-за другихъ работъ.

гидрологических положений, давало надежду, что зимовавший суда экспедиции Вилькицкого и «Эклипс» получат возможность освободиться летом 1915 года и позволяло предполагать, что это освобождение совершится сравнительно рано.

В настоящее время известно, что навигация около западного берега Таймырского полуострова действительно началась сравнительно рано: взламывание годового льда в местах зимовки барка «Эклипс» у Сибирского материка под 92° Ost Gr. началось 5/18 июля 1915 года, а на местах зимовки транспортов «Вайгач» и «Таймырь» — несколько позже, причем все три судна освободились ото льда и вышли в море 29 июля старого стиля (11 августа). Обращает на себя внимание и доступность острова Уединения в эту навигацию.

Эта первая и притом в общем вполне удачная попытка применения новых методов предвидения ожидаемой погоды, разработанных на основании накопившегося обширного наблюдательного материала в синоптическом Отделении Обсерватории под руководством Б. П. Мультановского и основы которой были приведены выше, заслуживает быть отмеченной.

По поводу изложенного завѣдующій Гидро-Метеорологической Частью Главнаго Гидрографическаго Управленія Морского Министерства Л. Л. Брейтфусъ мнѣ между прочимъ пишетъ:

«Приступая весной мнѣдунаго года къ снаряженію экспедиціи въ помѣ Гидрографической Экспедиціи Сѣвернаго Ледовитаго океана, какъ известно зазимовавшей на судахъ «Таймырь» и «Вайгачъ» около западнаго берега Таймырскаго полуострова, Морскому Вѣдомству приходилось принимать совершенно особыя мѣры въ виду крайне суровыхъ условій на Сибирскомъ сѣверѣ въ теченіе зимы 1914/1915 года, дававшихъ мало надеждъ на освобожденіе этихъ судовъ. Пришлось организовать отправку угля къ острову Диксонъ не только черезъ Красноярскъ и черезъ Карское море, но также послать на берегъ Сѣвернаго Ледовитаго океана большую партію оленей съ жизненными припасами.

Между тѣмъ, какъ показала дѣйствительность, навигация около западнаго берега Таймырскаго полуострова началась сравнительно рано: взламывание годового льда въ мѣстахъ зимовки судна «Эклипсъ» (у Сибирскаго материка въ 92 долготѣ, восточной отъ Гринвича) началась 5/18 июля 1915 года, а далѣе къ востоку, въ мѣстахъ зимовки транспортовъ «Таймырь» и «Вайгачъ», — несколько позже, причемъ все три судна освободились отъ льда и вышли въ море 29 июля (11 августа).

Въ связи съ этимъ явленіемъ работы, которыя, какъ мнѣ извѣстно, ведутся у Васъ въ Обсерваторіи въ Синоптическомъ Отдѣленіи, пріобрѣтають огромное значеніе: я имѣю въ виду работы по выработкѣ типовъ погоды въ полярныхъ широтахъ въ связи съ центрами дѣйствія атмосферы и попытки приложить эти типы къ предвидѣнію барическихъ измѣненій на продолжительный срокъ, а также и изслѣдованія другого важнаго фактора условій навигаціи въ Полярномъ океанѣ — талой воды, поступающей изъ Сибирскихъ рѣкъ, и именно: учетъ ожидаемаго поступленія ея.

Эти обѣ серіи изысканій, съ которыми меня еще въ апрѣлѣ минувшаго года познакомилъ завѣдующій Синоптическимъ Отдѣленіемъ г. Мультиповскій, давали надежду на хорошія условія навигаціи и своевременное, еще лѣтомъ, освобожденіе зазимовавшихъ судовъ.

Въ виду столь хорошаго совпаденія предсказаній съ получившими оправданіе благоприятными гидро-метеорологическими условіями во всемъ обширномъ районѣ Карскаго моря (между прочимъ и доступность острова Уединенія), я позволяю себѣ обратить Ваше вниманіе на эти факты и горячо рекомендовать продолжать упомянутыя выше изысканія, которыя могутъ явиться весьма цѣнными, какъ для науки, такъ и для практической жизни.

Гидро-метеорологическія наблюденія, производившіяся въ 1914 и 1915 годахъ на зимовавшемъ въ Карскомъ морѣ суднѣ «Эклипсъ», нынѣ закончены обработкою и будутъ въ непродолжительномъ времени доставлены Вамъ въ печатномъ видѣ.

Sur la théorie de fermeture.

Par W. Stekloff (V. Steklov).

(Présenté à l'Académie le 20 Janvier [2 Février] 1916).

1. Je vais exposer, dans cette Note, une méthode nouvelle de la démonstration d'un théorème, fondamental dans la théorie de fermeture.

Cette méthode, mettant en évidence une connexion intime entre divers problèmes, permet de les résoudre simultanément d'une manière uniforme et, ce qui est particulièrement important, tout à fait élémentaire et si simple qu'elle ne laisse rien à désirer.

Parmi les problèmes différents, dont nous venons de parler, nous rappellerons le problème de représentation approchée des fonctions continues à l'aide des polynômes, le problème du développement des fonctions en séries procédant suivant les fonctions données formant un système orthogonal, divers problèmes qui se rattachent à la théorie du calcul approché des intégrales définies et, enfin, ceux qui se rattachent à la théorie de fermeture.

En me réservant d'étudier certains des problèmes, que je viens d'indiquer, dans une autre Note, je me bornerai ici par une question de la théorie de fermeture.

2. Soit $f(x)$ une fonction, continue avec ces dérivées de deux premiers ordres dans l'intervalle $(-1, +1)$.

Remplaçant

$$x \text{ par } \cos \varphi, \quad (0 \leq \varphi \leq \pi)$$

posons, pour simplifier l'écriture,

$$f(\cos \varphi) = \Phi(\varphi).$$

Formons la somme

$$\sum_n [\Phi(\varphi)] = \sum_{k=0}^n a_k \cos k\varphi,$$

où

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \Phi(\psi) d\psi,$$

$$a_k = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi \Phi(\psi) \cos k\psi d\psi \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

et n désigne un entier quelconque.

Il est évident que

$$\sum_n [\Phi(\varphi)] = \frac{\Phi(\varphi)}{\pi},$$

si

$$\Phi(\psi) = \Phi(\varphi).$$

On peut donc écrire

$$(1) \quad \Phi(\varphi) - \sum_n [\Phi(\varphi)] = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \left(\Phi(\varphi) - \Phi(\psi) \right) \left(1 + 2 \sum_{k=1}^n \cos k\varphi \cos k\psi \right) d\psi.$$

En tenant compte de la formule presque évidente

$$1 + 2 \sum_{k=1}^n \cos k\varphi \cos k\psi = \frac{\cos n\varphi \cos (n+1)\psi - \cos (n+1)\varphi \cos n\psi}{\cos \varphi - \cos \psi}$$

et faisant

$$F(\varphi, \psi) = \frac{\Phi(\varphi) - \Phi(\psi)}{\cos \varphi - \cos \psi},$$

on obtient, en vertu de (1),

$$(2) \quad \Phi(\varphi) - \sum_n [\Phi(\varphi)] = b_{n+1} \cos n\varphi - b_n \cos (n+1)\varphi^1,$$

où, en général,

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi F(\varphi, \psi) \cos k\psi \, d\psi.$$

En remarquant que

$$b_k = -\frac{1}{\pi k} \int_0^\pi \frac{\partial F(\varphi, \psi)}{\partial \psi} \sin k\psi \, d\psi,$$

on en tire

$$|b_k| < \frac{1}{k} \int_0^\pi \left| \frac{\partial F(\varphi, \psi)}{\partial \psi} \right| d\psi.$$

Si l'on remplace

$$\cos \varphi \text{ par } x \text{ et } \cos \psi \text{ par } y,$$

on obtient

$$(3) \quad |b_k| < \frac{1}{k} \int_{-1}^{+1} \left| \frac{\partial F(x, y)}{\partial y} \right| dy,$$

où l'on a posé

$$F(x, y) = \frac{f(x) - f(y)}{x - y}.$$

¹ On peut considérer cette formule comme une transformation d'un cas particulier de la formule générale

$$f(x) - \sum_{k=0}^n A_k \varphi_k(x) = \frac{1}{Q_n} \int_a^b p(x) \frac{f(x) - f(y)}{x - y} \psi_n(x, y) \, dy,$$

où

$$\psi_n(x, y) = \varphi_n(x) \varphi_{n+1}(y) - \varphi_{n+1}(x) \varphi_n(y),$$

$\varphi_k(x)$ ($k=0, 1, 2, \dots$) étant les polynômes de Tchébychef, mais nous avons préféré à dessein une voie directe et tout à fait élémentaire pour rendre les raisonnements compréhensibles pour tout lecteur n'ayant que les connaissances des notions premières du Calcul infinitésimal.

En remarquant que

$$(4) \quad \left| \frac{\partial F(x, y)}{\partial y} \right| < \frac{M_2}{2},$$

M_2 désignant le maximum de

$$| f''(x) |$$

dans l'intervalle $(-1, +1)$, on trouve, en tenant compte de (3) et (4),

$$| b_k | < \frac{M_2}{k}.$$

Moyennant cette inégalité on trouve, en ayant égard à (2),

$$(5) \quad | \Phi(\varphi) - \sum_n [\Phi(\varphi)] | = | f(x) - P_n(x) | < 2 \frac{M_2}{n},$$

où $P_n(x)$ désigne, évidemment, un polynome en x de degré n .

3. Désignons par

$$\varphi(x)$$

une fonction quelconque, assujettie à la seule condition d'être continue dans l'intervalle $(-1, +1)$, et formons la fonction

$$(6) \quad f(x) = \frac{1}{h^2} \int_x^{x+h} d\xi \int_{\xi}^{\xi+h} \varphi(z) dz,$$

h étant une constante positive.

Choisissons le nombre arbitraire h de façon qu'on ait

$$(7) \quad | \varphi(x + \delta) - \varphi(x) | < \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{pour} \quad \delta \leq 2h,$$

ε désignant un nombre positif donné à l'avance, ce qui est toujours possible d'après l'hypothèse faite au sujet de la fonction $\varphi(x)$.

Dans ce cas on tire aisément de (6)

$$(8) \quad | f(x) - \varphi(x) | < \frac{\varepsilon}{2},$$

quelle que soit la valeur de x dans l'intervalle $(-1, +1)$.

D'autre part, la fonction $f(x)$ définie par la formule (6) admet la dérivée seconde

$$f''(x) = \frac{1}{h^2} (\varphi(x+2h) - 2\varphi(x+h) + \varphi(x)),$$

d'où, en vertu de (7),

$$|f''(x)| < 2 \frac{\varepsilon}{h^2}.$$

4. Appliquons maintenant l'inégalité (5) à la fonction $f(x)$ définie par l'équation (6).

En y faisant

$$M_2 = 2 \frac{\varepsilon}{h^2},$$

on trouve

$$|f(x) - P_n(x)| < \frac{4\varepsilon}{h^2 n}.$$

Quels que soient les nombres h et ε , choisis de la manière indiquée plus haut, on peut toujours trouver un entier n_0 tel qu'on ait

$$|f(x) - P_n(x)| < \frac{\varepsilon}{2} \quad \text{pour} \quad n \geq n_0.$$

Cette inégalité et celle de (8) conduisent tout de suite à la suivante

$$(9) \quad |\varphi(x) - P_n(x)| < \varepsilon \quad \text{pour} \quad n \geq n_0.$$

Cette inégalité subsiste pour toute fonction $\varphi(x)$ assujettie à la seule condition d'être continue dans l'intervalle $(-1, +1)$.

Elle fournit, remarquons en passant, l'une des démonstrations le plus simples du théorème qui porte aujourd'hui le nom du théorème de Weierstrass.

Nous avons choisi, pour plus de simplicité, l'intervalle $(-1, +1)$, mais il est évident que l'inégalité (9) reste vraie pour tout intervalle donné (a, b) , quels que soient les nombres donnés a et b .

5. Désignons maintenant par

$$p(x)$$

une fonction donnée, positive dans (a, b) , par

$$f(x) \quad \text{et} \quad \varphi(x)$$

deux autres fonctions quelconques.

Soit

$$\varphi_0(x), \quad \varphi_1(x), \quad \varphi_2(x), \dots, \quad \varphi_k(x), \dots$$

une suite quelconque de fonctions bien déterminées dans l'intervalle (a, b) et satisfaisant aux conditions

$$\int_a^b p(x) \varphi_k(x) \varphi_m(x) dx = 0, \quad \text{si} \quad k \neq m,$$

et

$$\int_a^b p(x) \varphi_k^2(x) dx = 1.$$

Posons

$$\varphi(x) = \sum_{k=0}^p A_k \varphi_k(x) + \rho_p(x), \quad A_k = \int_a^b p(x) \varphi(x) \varphi_k(x) dx,$$

$$f(x) = \sum_{k=0}^p B_k \varphi_k(x) + R_p(x), \quad B_k = \int_a^b p(x) f(x) \varphi_k(x) dx,$$

p désignant un entier quelconque,

En répétant textuellement les raisonnements du n° 6 de mon Mémoire «Sur la théorie de fermeture des systèmes de fonctions orthogonales etc.». (Mémoires de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg, Cl. Ph. M. VIII s., T. XXX, n° 4, 1911), on obtient

$$\rho_p(x) = \varphi(x) - f(x) + R_p(x) + \sum_{k=0}^p (B_k - A_k) \varphi_k(x),$$

d'où

$$S_p(\varphi(x)) = \int_a^b p(x) \varphi_p^2(x) dx = \int_a^b p(x) \varphi_p(x) R_p(x) dx + \int_a^b p(x) (\varphi(x) - f(x)) \varphi_p(x) dx$$

et puis, à l'aide de l'inégalité bien connue de Bouniakowsky,

$$(10) \quad \sqrt{S_p(\varphi(x))} \leq \sqrt{S_p(f(x))} + \sqrt{\int_a^b p(x) (\varphi(x) - f(x))^2 dx},$$

où l'on a posé

$$S_p(f(x)) = \int_a^b p(x) R_p^2(x) dx.$$

6. Faisons l'hypothèse que pour tout polynome $P(x)$ subsiste l'équation

$$\int_a^b p(x) P^2(x) dx = \sum_{k=0}^{\infty} C_k^2, \quad C_k = \int_a^b p(x) P(x) \varphi_k(x) dx,$$

que j'appelle *l'équation de fermeture*, c'est à dire qu'on ait

$$(11) \quad S_p(P(x)) < \left(\frac{\varepsilon'}{2}\right)^2 \quad \text{pour } p \geq p_0,$$

p_0 étant un entier assez grand.

Remplaçons, dans (10), $f(x)$ par le polynome $P_n(x)$ qui entre dans l'inégalité (9).

En tenant compte de cette dernière inégalité et de l'inégalité (11), on tire de (10)

$$\sqrt{S_p(\varphi(x))} < \varepsilon' \quad \text{pour } p \geq p_0,$$

ce qui démontre le théorème suivant:

Si l'équation de fermeture a lieu pour tout polynome en x , elle aura nécessairement lieu pour toute fonction $\varphi(x)$ assujettie à la seule condition d'être continue dans l'intervalle donné (Théorème VII de mon Mémoire « Sur la théorie de fermeture etc. », cité plus haut).

Il ne nous reste qu'à répéter les raisonnements du n^o 7 de ce Mémoire pour arriver au théorème fondamental dont nous avons parlé au n^o 1 de cette Note:

Si l'équation de fermeture a lieu pour tout polynome en x , elle aura nécessairement lieu pour toute fonction $\varphi(x)$ assujettie à la seule condition d'être intégrable dans l'intervalle donné (Théorème VIII du Mémoire «Sur la théorie de fermeture etc.»).

Трубки червей изъ семейства *Amphictenidae* въ русскомъ міоценѣ.

Н. Андрусова.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 20 января 1916 г.).

Въ различныхъ горизонтахъ русскаго міоцена попадаются усѣченно-коническія трубки, открытыя съ обоихъ концовъ и по виѣшнему виду напоминающія трубки *Dentalium*, но не сплошныя известковыя, какъ у послѣдняго рода, но склеенныя изъ постороннихъ тѣлъ. О томъ, что это за тѣла, будетъ видно изъ вѣдущаго описанія. Этого рода трубки были встрѣчены мною въ чокракскомъ горизонтѣ, въ спаніодонтовыхъ пластахъ, въ фоладовой фаціи колкскаго горизонта, въ нижне- и въ среднесарматскихъ пластахъ.

Трубки изъ чокракскаго горизонта въ моей коллекціи имѣются изъ Чумной балки у Мысыра и съ мыса Тархана на Керченскомъ полуостровѣ. И въ той и въ другой мѣстности онѣ встрѣчаются въ спиріалисовыхъ прослойкахъ. Трубки эти небольшого размѣра: изображенная на табл. I, рис. 4 трубка изъ спиріалисоваго слоя Чумной балки при длинѣ въ 8 мм., представляетъ средній поперечникъ около 1,2 мм., а Тарханскія трубки немного потолще (2,8 мм.). Склеены, какъ тѣ, такъ и другія изъ мелкихъ, не достигшихъ зрѣлости, раковиннокъ *Spirialis* (вѣроятно *Sp. tarchanensis* Kittl), (см. фиг. 5).

Весьма обыкновенны трубки этого рода въ спаніодонтовомъ горизонтѣ. На фиг. 6—8, табл. I, изображены такія трубки изъ спаніодонтоваго волнистаго известняка Аргинъ-Тобечика (Керченскій полуостровъ). Порода

содержитъ *Spaniodontella pulchella* Baily и *Sandbergeria Socolovi* Andrus. Въ ней масса усѣченвоконическихъ трубокъ, размѣры которыхъ: длина до 20 слишкомъ мм. (большею частью неполные экземпляры), діаметръ до 3 мм. и даже до 4 мм. Склеены трубочки чаще всего изъ скорлупокъ остракодъ (фиг. 8), рѣже изъ мелкихъ спаниодонтеллъ или изъ эмбриональныхъ оборотовъ зандбергерій (?). Трубочки изъ Ала-гѣля (Керченскій полуостровъ, у Тобечинскаго озера) склеены изъ мелкихъ спаниодонтеллъ и иногда изъ оолитовыхъ зернышекъ, которыя въ обиліи попадаютъ въ желтоватосѣромъ известнякѣ, заключающемъ эти трубки, діаметръ которыхъ незначителенъ.

Въ фоладовомъ горизонтѣ подобныя же трубки найдены М. Баяруна-сомъ на Мангышлакѣ, у Джилка-бая. Трубочки съ явственными стѣпками, но разобравъ, что за частички, изъ которыхъ онѣ склеены очень трудно, такъ какъ частицы, такъ сказать, сцементированы въ известковую пленку. Повидимому, это тонкіе обломки двустворчатыхъ (должно быть фоладъ).

Очень часты трубки этого рода въ нижнемъ сарматѣ. Въ моей коллекціи имѣется штукъ изъ нижнесарматскихъ известковыхъ мергелей съ *Mastra fragilis* Lask. и другими раковинами, съ берега лимана Цокуръ (Таманскій полуостровъ). Въ ней масса довольно большихъ трубокъ (длина—до 30 мм., діаметръ отъ 4 внизу до 6 сверху). Оклейка большею частью по плохой сохранности неясна, но мѣстами замѣчаются мелкія эмбриональныя створочки двустворчатыхъ, должно быть, мактръ. Такія же мелкія раковинки наполняютъ и саму породу, причемъ тутъ онѣ встрѣчаются сомкнутыми створками, и тогда полость каждой ракушечки выполнена нефтью (очень густой). Особенно интересны трубки изъ с. Надежды въ Ставропольской губерніи, переданныя мнѣ для обработки С. А. Гатуевымъ, которому я приношу за это свою искреннюю благодарность. Порода эта представляетъ сѣрый песчаный мергель, который переходитъ въ слой топкаго мягкаго желтоватаго известковаго мергеля, въ которомъ-то и расположены многочисленныя трубки, интересующія насъ. Сѣрая порода почти не содержитъ трубокъ. На разломахъ въ ней наблюдается много почти бѣлыхъ комочковъ или неправильныхъ шариковъ.

Какъ въ ней, такъ и въ желтомъ слоѣ много нижнесарматскихъ раковинъ: *Mastra fragilis*, *Trochus sarmates*, *Nassa akburunensis* и др. Трубки здѣсь иногда позволяютъ рассмотреть топкую известковую оболочку, съ поверхности морщинуватую, сквозь которую просвѣчиваютъ мелкія тѣла, изъ которыхъ трубки собственно склеены. На большой трубкѣ (фиг. 10) эта оболочка какъ бы состоитъ изъ отдѣльныхъ неправильныхъ колецъ (точнѣе

ихъ отрѣзковъ), находящихъ чешуеобразно другъ на друга. Тамъ, гдѣ видны склеивающія тѣла (гдѣ пѣгъ оболочки), что особенно хорошо замѣтно на внутренней поверхности трубокъ, если вынуть выполняющую породу, имѣющую характеръ ядра, можно опредѣлить ихъ природу. Тутъ мы находимъ длинныя прямолинейныя корненожки типа *Dentalina*, лежащія параллельно другъ другу и по касательной къ поперечнымъ сѣченіямъ трубокъ (фиг. 12 и 14). Между ними разбѣяны милоловидныя корненожки. Я первоначально считалъ ихъ за милоль и денталинъ. Сохранены они большею частью только въ видѣ ядеръ, и поэтому опредѣленіе ихъ затруднительно. Однако въ породѣ мнѣ удалось найти одно хорошо сохранившееся ядро, которое показало, что и тѣ и другія принадлежатъ одному и тому же организму. «Милола» оказалась клубковиднымъ завиткомъ камеръ, который затѣмъ превращается въ прямую денталинообразную часть, состоящую изъ ряда слѣдующихъ одна за другой камеръ. Очевидно, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ описанной Карперомъ *Vertebralina sarmatica*. Въ другихъ случаяхъ трубки состоятъ изъ множества мелкихъ эмбриональных раковиннокъ (должно быть *Mastra*), сильно инкрустированныхъ (фиг. 12). Иногда инкрустированныя тѣльца имѣютъ слишкомъ удлиненную для раковиннокъ эмбриональных двустворчатыхъ форму и заставляютъ подозрѣвать въ нихъ остракодъ. Наконецъ есть трубки, склеенныя изъ неправильныхъ тоненькихъ обломочковъ раковинъ.

Размѣры трубокъ изъ с. Надежды доходятъ до 40 мм., при діаметрѣ до 5 (вверху), суживающимся книзу до 4 мм.

Наконецъ изъ средняго сармата у меня имѣются большія трубки изъ пубекуляріеваго известняка с. Каменки на Днѣпрѣ, доставленныя мнѣ студентомъ Кіевскаго университета Левицкимъ. Это самыя крупныя изъ известныхъ мнѣ трубокъ подобнаго рода. Изображенная (фиг. 14) трубка длиною въ 50 мм., при діаметрѣ въ 12 мм. вверху и въ 9 мм. внизу. Трубки эти склеены изъ плоскихъ обломковъ двустворчатыхъ, гладкихъ и ребристыхъ (*Cardium*).

Очень интересный обломокъ трубки, изображенный на фиг. 15, табл. I, происходитъ изъ пубекуляріеваго известняка средняго сармата Керченскаго полуострова (каменоломня у Керченской крѣпости). Стѣнки его представляютъ цѣлый музей. Здѣсь мы снова встрѣчаемъ *Vertebralina*, какъ начальныя, милоловидныя ея части, такъ и прямыя трубки, много остракодъ и мелкіе *Spirorbis*.

Выше средняго сармата такія трубки мнѣ не попадались.

Кромѣ уже перечисленныхъ мѣстопахожденій въ моей коллекціи такія

же трубки имѣются еще изъ нижняго сармата Такиль-буруна (Керченскій полуостровъ) и изъ средняго сармата Сартагана (Мангышлакъ).

Что касается природы этихъ трубокъ, то они несомнѣнно принадлежатъ кольчатымъ червямъ. Последніе, какъ извѣстно живутъ очень часто въ трубкахъ. Трубки эти склеваются изъ весьма различнаго матеріала.

Нерѣдко черви сидятъ въ плитыхъ цилиндрическихъ трубкахъ, представляющихъ продуктъ склеиванія частичекъ пла выдѣляемой червемъ слизи. Впрочемъ иногда ужъ и тутъ замѣчается, что подбираются опредѣленные частицы. Въ описаніи червей, собранныхъ экспедиціей Челленджера¹, во многихъ мѣстахъ указывается составъ такихъ плитыхъ трубокъ.

¹ Reports of Scientific Results of the voyage of H. M. Ship Challenger. Zoology. Vol. XII.

У Катрфажа (*Histoire naturelle des Annelés*) мы читаемъ: «кожа у аннелидъ представляетъ очень эвергичный органъ выдѣлений. Быть можетъ она обязана этой особенності спеціальнымъ органамъ, скрытымъ пѣ ней, но, повидимому, несомнѣнно, что часть этой дѣятельности обязана самой кожѣ... Вотъ при помощи этого кожного секрета серпулы и протулы строятъ свои столь прочныя и столь элегантныя трубки, хетоптеры и сабеллы ихъ пергаментныя трубки, погруженныя обычно въ илъ, а иногда даже въ замѣчательно твердыя породы. Кожный эксудатъ доставляетъ также цирратуламъ, теребелламъ и гермелламъ вещество, которое склеиваетъ мелкій гравій, обломки раковинъ и иногда зерна песка, которыя повидимому отбираются животнымъ» (томъ I, стр. 75).

Въ другомъ мѣстѣ мы читаемъ: «Трубки (аннелидъ) представляютъ результатъ ихъ дѣятельности, различный часто по виду, но всегда связанный съ присутствіемъ вещества, выдѣленнаго животнымъ въ видѣ простаго эксудата. Ни у одной аннелиды не бываетъ подобныхъ отношеній къ своей трубкѣ, какъ напримѣръ между полипомъ и полипникомъ, или между моллюскомъ и его раковиной. Жидкость, выдѣленная животнымъ, то выдѣляетъ известковую трубку весьма опредѣленной формы, какъ у серпулы, то чехолъ, похожій на мокрый пергаментъ, какъ у сабеллы; но часто онъ служитъ только для того, чтобы соединить и склеить плотно между собой различныя неорганическія тѣла. Это наблюдается у всѣхъ пектинарій, гермеллъ, теребеллъ, лейкодоръ и др... Постройка этихъ защитныхъ чехловъ, кажется, представляетъ въ большинствѣ случаевъ трудъ цѣлой жизни животного; возможно даже, что съ возрастомъ оно теряетъ способность или инстинктъ постанавливать свой разрушенный домикъ» (стр. 133).

Замѣчу съ своей стороны, что мнѣ кажется, что въ оклейкѣ трубокъ пектинарій, отличающейся своей правильностью и извѣстной разборчивостью, играютъ извѣстную роль плоскія щетинки (пален), расположенныя двумя гребешками на головномъ сегментѣ.

M. Blanchard Benham (*The Cambridge Natural History*, vol. 11, p. 287) говоритъ, что трубки полихетъ склеены при помощи слизи, выдѣляемой (у *Terebellidae* и *Sabelliformia*) особыми брюшными желѣзами или всюю кожей. Способъ строить трубку весьма различенъ, черви обладаютъ, такъ сказать избирательными способностями. Такъ и некоторые виды *Sabella* выбираютъ только самыя тонкіе частицы ила, *Terebella conchilega* — кусочки раковинъ и зерна песка, *Onuphis conchilega* — маленькіе камешки, *Sabellaria* — только несчаные зерна. Тогда какъ и некоторые черви, вроде *Terebella* и *Nicomache* строятъ очень неправильныя трубки, *Pectinaria* образуетъ замѣчательно правильныя домики, открытыя съ обоихъ концовъ; зерна песка у нихъ всѣ приблизительно одинаковой величины и только въ одинъ слой, цементированы въ обильный «мусъ» и съ наружной стороны трубки совершенно ровныя. Изображеніе *Pectinaria auricoma* (фиг. 152, стр. 288), которое даетъ авторъ, очень походить на панин формы.

Макъ Интошъ, авторъ этого описанія, отмѣчаетъ напримѣръ при описаніи *Maldanella valparaisensis* Mc. Int. присутствіе въ плистой трубкѣ этого червя радіоларій, иголь губокъ и діатомовыхъ; у рода *Myriochele* (ibid. p. 212) въ плистой оболочкѣ, окружающей внутреннюю хитиновую трубку, находится много видимыхъ простымъ глазомъ песчаныхъ фораминиферъ; у *Sabellaria capensis* Schmarda трубка плотная, состоящая изъ мелкихъ раковиннокъ, обломковъ болѣе крупныхъ, большихъ песчинокъ и другихъ тѣлъ, склеенныхъ густымъ секретомъ тѣла; у рода *Eusamytha* Mc. Int. трубка образована изъ мелкихъ песчинокъ, песчавыхъ фораминиферъ, обломковъ радіоларій и иголь губокъ, сидящихъ на опалесцирующей оболочкѣ; у *Mellinnopsis atlantica* трубка образована, какъ и у многихъ другихъ, хитиновымъ цилиндромъ, обклееннымъ снаружи пломъ, въ которомъ заключены различныя фораминиферы, причемъ попадающіяся здѣсь *Polystomella* выступаютъ лишь своими боками, что придаетъ трубкѣ особый зернистый характеръ. Экземпляръ *Terebella flabellum* на табл. I того же труда представляетъ пзвилістую трубку, обклеенную всевозможными обломками скелетныхъ частей организмовъ.

Этихъ примѣровъ достаточно, чтобы убѣдиться въ способности кольчатыхъ червей строить себѣ разнообразныя трубки. Вообще трубки у кольчатыхъ червей можно различать трехъ сортовъ: а) трубки известковыя, какъ у *Serpulidae*, которыя обыкновенно прирастаютъ къ постороннимъ предметамъ и отличаются опредѣленнымъ анатомическимъ строеніемъ, б) трубки изъ ила, склееннаго слизью или окружающаго внутреннюю хитиновую трубку, и наконецъ в) трубки, склеенныя изъ постороннихъ предметовъ. Конечно, между вторыми и третьими существуютъ различныя переходы (см. выше).

Наши трубки относятся къ третьему роду. Просматривая литературу, мы находимъ, что наиболѣе сходства трубки наши представляютъ съ трубками червей изъ семейства *Amphictenidae*, у которыхъ «прямая или слегка изогнутая трубка открыта съ обоихъ концовъ и склеена изъ мелкихъ песчинокъ»¹. Въ Черномъ морѣ очень часто попадаются такія трубки, принадлежащія роду *Pectinaria*. Благодаря любезности академика Н. В. Насонова я получилъ для сравненія баночку съ такими трубками (съ сидящими въ нихъ отчасти червями). Къ сожалѣнію онѣ не опредѣлены ближе, происходятъ изъ коллекціи А. И. Александрова и собраны въ портѣ Скадовскъ на Каркинитскомъ заливѣ. Двѣ такія трубки я изобразилъ на

¹ Grobben-Claus. Lehrbuch d. Zoologie.

фиг. 1, 2 и 3, табл. I. Склеены онѣ изъ хорошо окатанныхъ кварцевыхъ зеренъ, лежащихъ одно около другого плотно и какъ бы на подборъ. Не трудно замѣтить поразительное сходство этихъ трубокъ съ нашими. Черноморскія трубки не всегда бываютъ склеены изъ кварцевыхъ зеренъ. Я помню отлично, что я собиралъ на берегу Керченскаго пролива такія же трубки, склеенныя изъ плоскихъ обломковъ раковинъ на манеръ трубки изъ Каменки (рис. 14).

Едва ли можно поэтому сомнѣваться въ томъ, что трубки, описанныя нами изъ русскаго миоцена, были жилищами какого-либо червя изъ семейства *Amphictenidae*, такъ какъ другія песчанія трубки у иныхъ видовъ червей бываютъ построены иначе. То онѣ бываютъ менѣе правильныя, и песчинки или постороннія тѣла расположены не въ одинъ слой, а наклеены одна на другую, отчего поверхность является неровной и бугристой (*Hermella*), то часто срастаются между собой, и бываютъ извилисты или прирастаютъ къ подводнымъ предметамъ и раковинамъ. Такія свободныя, болѣе или менѣе правильныя, усѣченпоконическія трубки, въ которыхъ склеенныя тѣла располагаются приблизительно въ одинъ слой, попадаютъ только у *Amphictenidae*. Изъ осторожности однако я не рѣшаюсь ихъ причислить прямо къ роду *Pectinaria*, хотя мнѣ это кажется вѣроятнымъ, я предпочитаю называть ихъ именемъ *Pectinariopsis*. Названіе это было дано трубкамъ, описываемымъ здѣсь, уже давно¹, но до сихъ поръ мнѣ не удавалось ихъ ни описать, ни изобразить. Различать виды этого новаго рода кольчатыхъ червей я не рѣшаюсь, хотя можно было бы, можетъ быть, для удобства различать ихъ по матеріалу, изъ котораго онѣ склеены. Затѣмъ нѣкоторое значеніе играетъ и величина трубокъ. Едва ли, напримѣръ, въ маленькихъ трубкахъ изъ чокракскаго известняка (фиг. 4) жилъ тотъ же самый червь, что и въ крупныхъ среднесарматскихъ изъ Каменки (фиг. 14); тѣмъ не менѣе у насъ нѣтъ никакихъ основаній различать виды.

¹ Новыя геологическія изслѣдованія на Керченскомъ полуостровѣ. Зап. Нов. Общ. Ест., т. XIV, вып. 2, 1889, стр. 71.

Объясненіе таблицы.

Фиг. 1. Трубка *Pectinaria* sp. съ выставляющимися изъ передняго расширеннаго конца плоскими головными щетинками (*paleae*), Черное море, Скадовскъ, колл. Александра въ Зоол. Муз. ИАН., нат. вел.

Фиг. 2. Тоже, пустая трубка, нат. вел.

Фиг. 3. Часть послѣдней трубки, увел. въ 4 раза.

Фиг. 4. *Pectinariopsis* sp. Спиріалисовый прослойкъ въ верхахъ чокракскаго известняка. Чумная балка у Мисыра. Вост. бер. Чокракскаго соленаго озера. Керченскій полуостровъ. Слегка увеличено.

Фиг. 5. Часть трубки *Pectinariopsis* sp. Известковистый песчаникъ съ спиріалисами. Мысъ Тарханъ (чокракскій горизонтъ). Трубка склеена изъ молодыхъ спиріалисовъ, увеличено въ 8 разъ.

Фиг. 6 и 7. Трубки *Pectinariopsis* sp. изъ спавіодонтовыхъ известняковъ Аргинъ-Тобечика. Керченскій полуостровъ. Слегка увеличено.

Фиг. 8. Часть одной изъ такихъ трубокъ, оттуда же. Видъ изнутри, увеличено въ 4 раза. Обклейка изъ остракодъ.

Фиг. 9. Кусокъ породы съ трубками *Pectinariopsis* sp. Нижвій сарматъ, с. Надежда, Ставропольской губерніи. Нат. вел. Трубки склеены изъ эмбриовальныхъ двустворчатыхъ.

Фиг. 10. Трубка *Pectinariopsis* sp., оттуда же. Нат. вел. Видна морщинистая известковая оболочка.

Фиг. 11. Часть трубки, оттуда же, увел. въ 8 разъ. Обклейка — корненожки (*Vertebralina*).

Фиг. 12. Тоже, увел. въ 4 раза. Обклейка — эмбриовальныя раковинки.

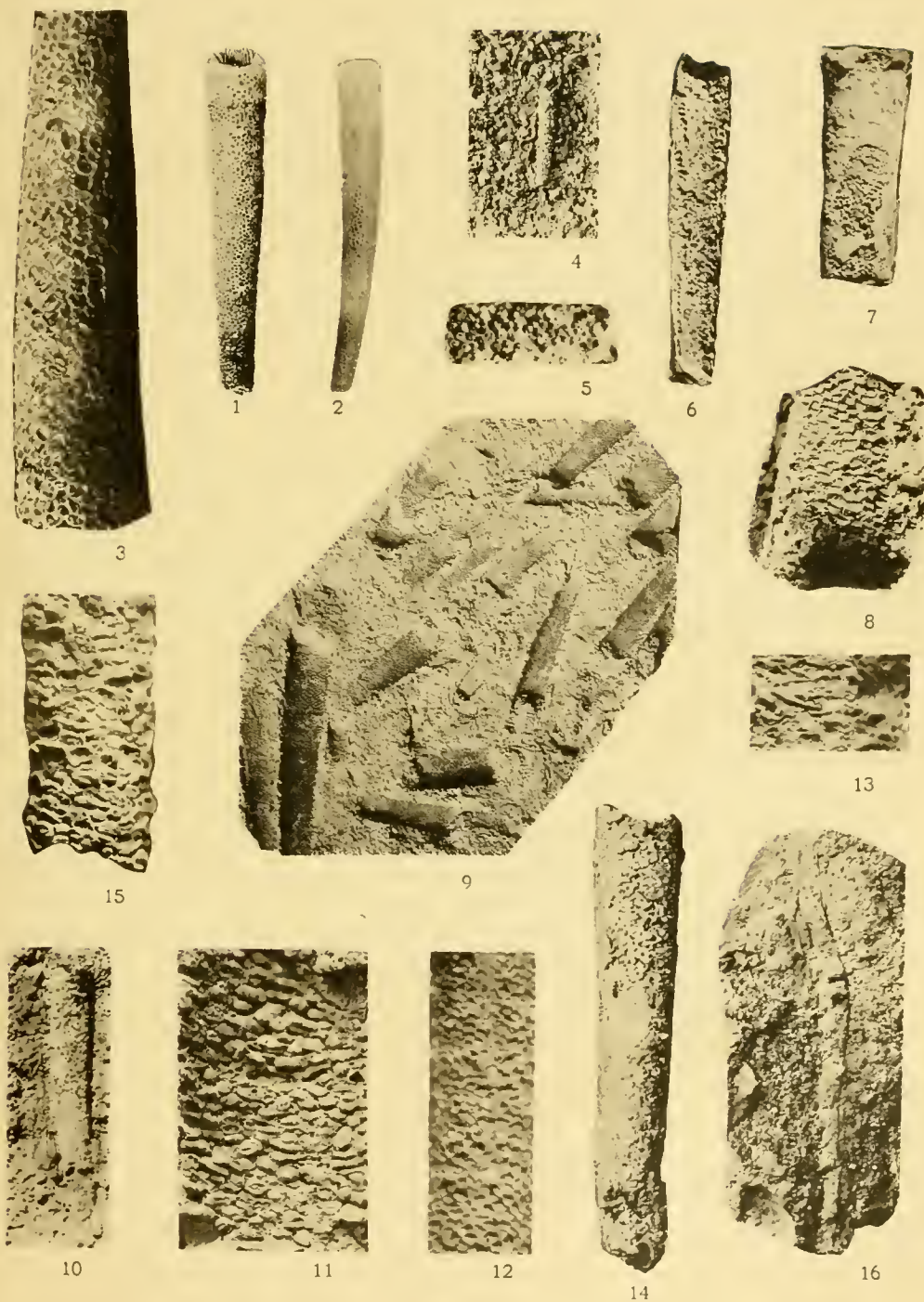
Фиг. 13. Тоже, обклейка — денталивообразныя обломки дистальной части *Vertebralina*.

Фиг. 14. Трубка *Pectinariopsis* изъ среднесарматскаго известняка с. Каменки на Диѣпрѣ. Натуральной величины.

Фиг. 15. Кусокъ трубки *Pectinariopsis* sp. изъ винкуляріенаго известняка у Керченской крѣпости. Обклейка — остракоды, спирорбисы, вертебалины. Увеличено въ 4 раза.

Фиг. 16. Глинистая трубка червя, напоминающая трубки *Mellinna*, изъ глинъ въ основаніи чокракскаго горизонта, у хут. Шепелева на берегу Азовскаго моря, къ В. отъ мыса Тарханъ. Керчевскій полуостровъ.

Н. Андрусовъ. Трубки червей изъ семейства
Amphictenidae въ русскомъ миоценѣ.



Яфетическіе элементы въ языкахъ Арменіи.

IX.

1. *tal-el* *складывать*, *tal* *складка*, *tal-q* *складки*; — 2. *haw+at-q* *отра*, *haw+as-ti* *отрый*, *haw+an* [*отровнаіе*,] *убѣжденіе*; *ham+oz-el* *убѣждать*.

Н. Я. Марра.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Историко-Филологическихъ наукъ 10 февраля 1916 г.).

Подумать только, что первоклассный арменистъ-лингвистъ въ справочный сводный трудъ могъ внести, хотя бы и въ скобкахъ, свидѣтельствовавшихъ объ его сомнѣніяхъ, такую этимологию какъ «*հանմիլ հաւան-ի-մ* [*hano: haw+an-im*]... 'lasse mich bereden, überzeugen, stimme zu, willige ein, gehorche, folge', caus. *հաւան-սց-աւ-ե-մ* [*haw+an-eṣ-uṣ-an-em*] 'überrede': zu *haw* [*haw*] «Vogel» wie gr. *ὄρνις* 'meine, glaube, vermuthe' zu *οἰωνός* 'Vogel, Vogelzeichen'»¹. Такая совершенно фантастическая этимологія исходитъ отъ подборщика и выиѣ исключительной аріо-европейской лингвистической точки зрѣнія на несуществующій въ реальности единый языкъ Арменіи, когда на самомъ дѣлѣ на лицо, какъ объектъ изслѣдованія, два языка². Вѣдь прежде всего глаголъ *haw+an-im* — не одинокъ: отъ одной съ нимъ основы происходитъ рядъ словъ, налчныхъ или въ *хайскомъ* или въ *армянскомъ* или въ обонхъ языкахъ.

1. Но спачала разяснимъ *հանմիլ tal-el* *складывать*, которое, какъ заимствованіе отъ сосѣдей-яфетидовъ, а не принадлежащее къ коренному

¹ Н. Hübschmann, *AG*, II, стр. 465, 237.

² Meillet, *MSL*, 8, 165.

яфетическому слою того или иного языка Арменій, можетъ относиться къ составу любого изъ нихъ, судя по случаямъ употребленія. Оно—слово скорѣе какъ будто армянское, а не хайское; во всякомъ случаѣ въ древне-литературномъ языкѣ, въ основѣ котораго лежитъ хайскій языкъ, *tal-el* появляется лишь съ момента наступленія вульгаризаціи древне-литературной рѣчи армянъ, съ момента прощикновенія въ нее вульгарныхъ, именно армянскихъ элементовъ. Въ св. Писаніи *tal-el* *складывать* характеризуетъ наличную новозавѣтную рѣчь (Ин 20,7), а въ Ветхомъ Заветѣ изъ нѣсколькихъ случаевъ только разъ имѣемъ его — IV Ц 2,8.

Въ большинствѣ мѣстъ въ значеніи *складывать, сибать* ветхозавѣтнй текстъ даетъ *կրկնել* *kərknel* (Исх. 26,9, III Ц 19,18, Ис. 45,24), а изъ авторовъ лишь Л. Парпскій употребляетъ *tal-el*. Литературная исторія этихъ двухъ глаголовъ въ значеніи *складывать, сибать*, въ частности — «*сидать* колѣна» требуетъ дослѣдованія, и отъ этого въ значительной мѣрѣ зависить и окончательное рѣшеніе вопроса, какое изъ этихъ словъ хайское и какое армянское. То обстоятельство, что въ современной живой рѣчи сѣверныхъ армянъ *tal-el* *сидать* обычное повседневное слово съ рядомъ новыхъ производныхъ¹, предрасполагаетъ въ пользу его принадлежности къ армянскому языку и противопоставленія ему, какъ армянскому, хайскаго синонима *kərknel*.

Используя древнюю версію стиха Ис. 45,24, переводчикъ *Возраженій* Элура замѣнилъ *կրկնցի* въ выраженіи «да *соидетъ* всякое колѣно» глаголомъ *կարսցի* *kor-asgi* (*Հաղաճառութիւն*, стр. 214,12). Но здѣсь, вѣроятно, побужденіемъ служило не желаніе вульгаризовать текстъ, а стремленіе сдѣлать буквально соответствующимъ чтенію греческаго оригинала *κἀμψει* (Ис. 45,23) отъ *κἀμπτω* *ину*, *сидать*. Ибо *kərknel* лишь въ своемъ дальнѣйшемъ семаспическомъ развитіи значить то же самое, въ основѣ же глаголъ этотъ, происходя отъ числительнаго *կրկն* *kərk-n* (вм. **rk-kn*) *дважды, вдвое*, значить *удваивать, повторять*, отсюда «сложить *вдвое*» или «на *двое*», «согнуть» (колѣна) и т. п. Это собственно и важно въ данный моментъ для насъ, такъ какъ синонимъ его *tal-el* *складывать, сибать*, *ժար* *tal-q* *складки*, такого же происхожденія отъ основы *tal*, представляющей собой яфетическое числительное «два», именно чисто картскую разновидность

¹ Особенно характерно—*ժարալարակի* *ialapatik* со сложными ногами касательно сидѣнія, крб. *ժարալարակի* *ialupatak*, т.е. *ժարալարակի* *ialpatak*. Встрѣчается отдѣльными формами та же основа кое гдѣ и въ южныхъ говорахъ, напр. въ мокскомъ (всегда по записи І. А. Орбели) — *ժարի* *ialuk* *сложный*.

спобилянтной вѣтви яфетическихъ языковъ. Какъ уже выяснено, грузинскій языкъ, въ основѣ котораго лежатъ именно картская рѣчь, не сохранилъ коренного картскаго слова въ значеніи «два»; г. $\text{wo}^{\text{e}}\text{og}-1$ ($< \text{wo}^{\text{e}}\text{og}-1 \parallel \text{yo}^{\text{e}}\text{og}-1$) *два* есть заимствование т.-каинской разновидности, прошедшей черезъ звуковой перебой сипрантной вѣтви яфетическихъ языковъ. Въ работѣ *Заимствование числительныхъ въ яфетическихъ языкахъ* (Изв., 1913, стр. 789—790) уже выяснена первичная форма картской разновидности — *sal, причемъ, считаясь съ обычнымъ подъемомъ $s > \dot{i} \parallel \dot{d} \parallel \dot{y}$, я предположительно усматривалъ (ц. с., стр. 789, прим. 4) въ г. $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{fal}-1$ *одинъ изъ пары, чета* и т. п. числительное *два > двойникъ, двойца*, но тогда я не зналъ еще, что эту картскую разновидность яфетическаго слова сохранилъ въ первомъ глухомъ подъемѣ tal армянскій глаголъ $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{tal}-el$ *складывать, сибать*, букв. «складывать *одвое*».

2. Гораздо больше интереса должно вызвать яфетическое происхождение второй группы словъ, такъ какъ между ними находится такой религіозный терминъ какъ $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{at}-q$ *вѣра, религія* или отымененный глаголъ $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{at}-am$ *вѣрую* (значитъ также и *вѣрю*). Слово $\text{haw}+\text{at}-q$ употребляется въ древнѣйшихъ текстахъ, особенно до-эллинофильскихъ, какъ pl. tantum, т. е. съ показателемъ мн. числа -q, но и Им. падежъ ед. числа $\text{haw}+\text{at}$ представляетъ pl. tantum, съ яфетическимъ показателемъ мн. числа t, причемъ суффиксъ -at для образованія отвлеченнаго понятія находимъ использованнымъ въ вавскомъ языкѣ и въ другихъ случаяхъ, напр. — $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{fo}^{\text{e}}\text{og}-at$ *глубины, ровъ* и т. п. отъ удвоенной основы $\text{fo}^{\text{e}}\text{og}$ *глубокій*, $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{fo}^{\text{e}}\text{og}-at$ *потоки > русло потоковъ* отъ $\text{fo}^{\text{e}}\text{og}$ *heege* ($< \text{heege}+\text{heege}$) *потокъ, потокъ*¹.

Что слова $\text{haw}+\text{as}-ti$ *вѣрный*, $\text{haw}+\text{an}$ [*вѣрованіе >*] *убѣжденіе* (отсюда $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{as}-ti$ *и hawan atel* *приводить къ убѣжденію*) и многочисленныя производныя отъ послѣдняго, въ числѣ ихъ и глаголъ $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{an}-im$ *убѣждаюсь, соглашаюсь, одобряю*², происходятъ отъ общей съ $\text{haw}+\text{at}$ *вѣра* основы, не требуетъ особаго разъясненія. Прилагательное $\text{haw}+\text{as}-ti$ образовано суффиксомъ -ti³ отъ основы, самостоятельно не сохра-

¹ Въ современныхъ армянскихъ говорахъ отъ окончанія -at иногда остается лишь согласный элементъ t или вмѣсто -at на лицо -te: такъ въ вавскомъ говорѣ « $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{as}-ti$ » hawte-han «выраженіе убѣждающаго обманомъ вовлекающій въ какое-либо дѣло» (Р. Ачарянъ, $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{as}-ti$ *hawte-han*, s. v.).

² Въ лорійскомъ говорѣ (всегда по личной справкѣ у А. А. Лорисъ-Калантара) $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{an}-im$ haw-an-im, про московскій эквивалентъ см. ниже.

³ Или съ усѣченіемъ исходнаго гласнаго (-e/-i) -t: $\text{fo}^{\text{e}}\text{og} \text{haw}+\text{as}-ti$ id., см. П. Марръ, *Два яфетическихъ суффикса -te (-ti > -t) въ грамматикѣ древне-армянскаго (вайскаго) языка* (2—2 а, Изв., 1910, стр. 1247).

швейся—*hāw-as, что представляет собой разновидность формы мн. числа (-as) съ показателем мн. числа s, какъ третью разновидность съ u (-an) имѣемъ въ haw-an. Такимъ образомъ haw-at || *haw-as || haw-an представляютъ отложениія въ хайскомъ языкѣ трехъ яфетическихкихъ разновидностей формы мн. числа, использованной какъ отвлеченное понятіе—*отра, отраваніе, убѣжденіе*, причемъ слово *haw-as проникло въ обсуждаемый языкъ Арменіи не самостоятельно, а въ составѣ прилагательнаго haw+as-ti>haw+as-t. Что касается двухъ другихъ эквивалентовъ, интересно отмѣтить ихъ семасическое использование по различнымъ залогамъ въ формѣ различныхъ спряженій: тогда какъ haw+at *отра* служитъ для образованія глагола дѣйствительнаго залога по II-му спряженію — haw+at-am *отрю*, *отрюю* и побудительнаго — *հալառալ գոցանեմ* haw+at-aŋ-uŋ-an-em *уотрюю*, *убѣждаю*, отъ haw+an *уотрение*, *убѣжденіе* образуется глаголъ страдательнаго залога по I-му спряженію со среднимъ значеніемъ — haw+an-im *уотряюсь*, *убѣждаюсь*, *соглашаюсь*, *одобряю* и побудительнаго залога — *հալառալ գոցանեմ* haw+an-eŋ-uŋ-an-em *уотрюю*, *убѣждаю*, при этомъ haw+at-aŋ-uŋ-an-em есть новое образованіе, свидѣтельствующее о сравнительно позднемъ возникновеніи текстовъ съ этой формой. Въ св. Писаніи она встрѣчается всего одинъ разъ изъ десятка съ лишкомъ случаевъ, да и этотъ единственный случай находимъ въ книгѣ Маккавеевъ (II 4, 34). Однако, и haw+an-eŋ-uŋ-an-em не представляется архаическою формой побудительнаго залога; такой формой мы сочли бы образованіе непосредственно отъ основы haw- съ помощью вспомогательнаго глагола -uŋ+an-em, да еще въ архаическомъ его видѣ: -us+an-em или -uz+an-em¹.

Любопытна и разновидность основы haw- съ потерей спиранта h — *ալառալ* aw+at-am *отрю*, *отрюю*, *ալառալ գոցանեմ* aw+at-aŋ-uŋ an-em *уотрюю*, *убѣждаю*, но это все вулгарныя, позднѣйшія разновидности соотвѣтственныхъ болѣе древнихъ формъ². Однако, въ живыхъ же говорахъ, по на югѣ, именно въ томъ же мокскомъ сипрангѣ h бываетъ представленъ его подъемомъ q: *հալառալ* qav-at-am *отрю*, *отрюю*, *հալառալ գոցանեմ* qav-n-im *одобряю*. Болѣе любопытна исторія послѣдняго кореннаго w, собств. v, представляющаго перерожденіе губнаго m или скорѣе чередованіе съ нимъ³, ибо ясно, что основа haw, resp. hav || ham *отра*, отъ которой происходятъ всѣ

¹ Н. Марръ, *Грамматика древне-армянскаго языка*, § 286, стр. 245—246.

² Эту разновидность съ тѣмъ или инымъ ослабленіемъ имѣемъ какъ на югѣ — мок. *ալառալ* av-t-am *отрю* и *ալառալ* a-v-at-am, такъ на сѣверѣ — лор. *ալառալ* av-ät-al *отрять*.

³ Не только между гласнымъ и качественно слабымъ u (ср. Н. Марръ, *Грам. др.-арм. языка*, § 36), но и въ другихъ условіяхъ.

перечисленные хайскія слова и многія еще другія со сроднымъ значеніемъ, представляетъ разнovidность, восходящую къ одному изъ языковъ спирантной вѣтви яфетическихъ языковъ, сибилантій эквивалентъ которой *sam на лицо съ закономѣрнымъ подъемомъ $s > i$ въ грузинскомъ *iam*, откуда *ჰჳსძღ m-iam-s* я *вьрю*, *вьрюю*, *ძღჳსძღ mo-iam-e* (< вульг. *ძღჳსძღ mo-im-e*) *свидѣтель*, *мученикъ*, букв. *удостоверяющій* (съ косв. надежомъ и мн. числомъ отъ вульгарнаго вида: Р. *mo-im-is*, Д. *mo-im-e-s*, Напр. *mo-im-e-d*, Т. *mo-im-iθ*, мн. Им. *mo-im-e-n-i* и *mo-im-e-b-i*, по древнелитературныя формы — съ сохраненіемъ огласовки а) и т. д. Въ грузинскомъ этотъ корень проявляетъ и трехсогласность, да еще съ префиксомъ *г-*, но это сейчасъ для насъ не представляетъ интереса, это важно для исторіи яфетическихъ языковъ и ихъ отношенія къ семитическимъ¹. Ни сванскій, ни тубал-кайнскіе языки не сохранили своихъ природныхъ эквивалентовъ; впрочемъ мингрельскій въ заимствованномъ изъ грузинскаго *iam-* и перерождаетъ въ и при стеченіи съ *s* по извѣстному діалектическому закону (І. Кпишидзе, *Грам. мингр.*, § 18, d, стр. 024): *ჰჳსძღ m-iam-s* онъ *вьритъ*², а въ побудительномъ залогѣ ту же грузинскую основу подвергаетъ тубал-кайнской перегласовкѣ (*і.* а || т.-к. о) съ ассимиляціею о съ губнымъ *m* въ *u* — *і.* *iam* || т.-к. *ium*: м. *ძღჳსძღ g+ium-e-b-a* *уверять*, аор. *ძღჳსძღჳსძღ də-v-a-g+ium-i* я его *уверилъ* (ср. г. *ჰჳსძღ iam-i* *мигъ* и м. *ჰჳსძღ ium-i* *id.*, Д. *ჰჳსძღ ium-s*). Сейчасъ изъ мингрельскаго матеріала слѣдуетъ особо отмѣтить аор. *ძღჳსძღჳსძღ mo-ḡv¹-u-mo-iv-i* рядомъ съ *ძღჳსძღჳსძღ do-ḡv¹-u-mo-im-i* я *свидѣтельствовалъ въ его пользу, согласился съ нимъ* (со словъ студента Читая — *ძღჳსძღჳსძღ do-u-mo-i*): отмѣчаю именно перерожденіе *m* въ *v*, пожалуй, по закону простого чередованія. Въ этомъ же отношеніи для нашей настоящей темы непосредственный интересъ представляетъ одно армянское слово, происходящее, очевидно, все отъ той же спирантной разнovidности основы въ ея діалектическомъ видѣ *ham-* (|| *haw-*), но представляющее опять таки не коренное армянское слово, а заимствованіе изъ хайскаго языка, притомъ въ архаической формѣ побудительнаго его залога: отъ *ham-* основа побудительнаго залога въ архаической формѣ должна бы звучать *ham-ouz*, въ степенн же ослабленія *ou >* арханч. *o* (вульг. *u*) въ неударномъ слогѣ *ham-oz-*, что и

¹ Пока о семитическомъ эквивалентѣ г. *im* см. Н. Марръ, *Основныя таблицы къ грамматикѣ древне-грузинскаго языка съ предварительнымъ сообщеніемъ о родствѣ грузинскаго языка съ семитическими*, С.-Пбургъ 1908, стр. 14, прим. 2.

² Отсюда въ качествѣ отглагольнаго имени новообразованіе *ჰჳსძღ iam-u-a* *вьрить*. Ясно, всѣ эти слова слѣдовало въ словарѣ помѣстить подъ *ჰჳს iam >* *ჰჳს iam*, а не подъ *ჰჳს i* (ср. І. Кпишидзе, ц. с., стр. 376).

находимъ въ современномъ армянскомъ языкѣ համօզել ham-oz-el *убѣждать*¹. Слово это наиболѣе архаичнаго склада по основѣ, въ этой вулгарной формѣ проникло и въ древне-литературный языкъ, но въ памятникахъ сравнительно позднихъ или съ подновленнымъ текстомъ, какъ то у М. Хоренскаго, Зеноба Глака, католикоса Іоанна, Аристакеса Ластивертскаго и т. п., а изъ книгъ св. Писанія опять таки въ книгѣ Царствъ (II 13,16, ср. выше, стр. 234). Архаичнымъ и древне-литературнымъ могло быть слово համօզիւթիւր ham+oza-ker (< ham+oza-kear) *убѣдитель, убѣждающій*, хотя употребленіе его если не начинается, ибо оно встрѣчается у Ефр., I. Златоуста, то учащается съ эллинофильскою эпохою (Филонъ, М. Хоревскій). Архаическій видъ основы ham, но съ потерей спранта (am-), можно бы признать въ прилагательномъ համուր am-ur (< ham-ur, ср. мок. համուր ham-ur *сильно, громко*) *твердый, криккій, прочный*, но пока послѣднее отождествленіе выставляется лишь какъ возможное. По принятіи этой этимологіи, въ семасическомъ отношеніи мы получили бы полноту разновидностей, присущихъ эквивалентному корню въ семитическихъ языкахъ.

Въ заключеніе ставится вопросъ, имѣемъ ли въ հաւ-ատ *огра* и հաւ+ատ-ամ *оградъ* религіозные термины, возникшіе въ Арменіи съ утвержденіемъ въ ней христіанства, или проповѣдники Христова ученія использовали эти слова какъ ходячія уже въ мѣстномъ языческомъ быту выраженія. Положительный отвѣтъ установилъ бы, что терминъ восходитъ къ яфетическому источнику не только формально, какъ словарный матеріалъ, но и реально, какъ созданіе определеннаго еще языческаго религіознаго представленія.

¹ Дор. համօզել ham-òz-el: Ինչ էս չգիտի համօզել մե՛ն na ìzum a ham-òz-i *онъ хочетъ меня убѣдить*.

Объ одномъ примѣненіи статистическаго метода.

А. А. Маркова.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 17 февраля 1916 г.).

Въ XX-мъ томѣ «Извѣстій Отдѣленія Русскаго Языка и Словесности» помѣщена интересная статья Н. А. Морозова «Лингвистическіе спектры», посвященная вопросу о примѣненіи статистическаго метода къ изслѣдованію рѣчи различныхъ писателей.

Подобное изслѣдованіе, образецъ котораго приведенъ въ моей замѣткѣ «Примѣненіе статистическаго изслѣдованія» (ИАН. 1913 г.), можетъ имѣть большое значеніе, но только при условіи, что постоянство итоговъ, другими словами — устойчивость ихъ, не принимается на вѣру, а устанавливается въ самомъ изслѣдованіи, при чемъ долженъ быть выясненъ и размѣръ колебаній. Ссылки же на постоянство другихъ итоговъ, если бы даже онѣ были совершенно вѣрными, и на общій законъ большихъ чиселъ нисколько не доказываютъ устойчивости разсматриваемыхъ итоговъ.

На указанное условіе въ статьѣ «Лингвистическіе спектры» не обращено надлежащаго вниманія; въ ней нѣтъ и попытки доказать, что приведенные итоги характерны для русскихъ писателей, а не относятся только къ тѣмъ немногимъ отрывкамъ (по тысячѣ словъ въ каждомъ), которые были подвергнуты подсчету. Въмѣсто всякаго доказательства мы находимъ, на стр. 101, слѣдующее утвержденіе: «Возьмемъ хотя бы отрицаніе *не*. Подсчитайте — и вы увидите, что на каждую тысячу отдѣльныхъ словъ у Толстого оно встрѣчается обыкновенно немного менѣе 20 разъ, у Пушкина и Гоголя около 20, а у Тургенева значительно болѣе, чѣмъ у нихъ, иногда свыше 30 разъ. Въ общемъ же колебанія ея заключаются въ про-

межуткѣ отъ 12 до 35 разъ на тысячу словъ въ зависимости отъ склонности того или иного автора къ отрицаніямъ. Все это показываетъ, что служебная частица «не» въ большой мѣрѣ подвержена индивидуальнымъ колебаніямъ, т. е. опредѣляетъ складъ рѣчи автора. Тоже самое и въ случаѣ подсчета остальныхъ служебныхъ частицъ».

Много ли произвелъ авторъ такихъ подсчетовъ, какіе онъ предлагаетъ произвести читателю, неизвѣстно; но приведено имъ, въ таблицѣ XVI, для Гоголя только 5, для Пушкина и Толстого по 4 числа, а для Тургенева всего 3, притомъ довольно различныя: 32, 16, 24.

Произведенный же мною подсчетъ¹ показалъ, что «не» встрѣчается у Пушкина въ одной тысячѣ словъ 32 раза («Барышня-крестьянка», со словъ «Лиза призналась, что поступокъ ея казался ей легкомысленнымъ. . .»), въ другой — 9 («Дубровский», съ начала второй главы), а въ третьей — только 3 («Исторія Пугачевского бунта», первая тысяча словъ).

Примѣры большого разногласія итоговъ, относящихся къ одному и тому же писателю, встрѣтились и автору «Лингвистическихъ спектровъ», но онъ приписалъ такое разногласіе воображаемой особенности писателя (графа Толстого): какой-то специальной корректурной обработкѣ.

Стоитъ однако подсчитать еще нѣсколько тысячъ словъ, чтобы противорѣчивые выводы получились и для другихъ писателей. Напримѣръ, по даннымъ «Лингвистическихъ спектровъ» устанавливается значительное преобладаніе у Пушкина предлога «въ» надъ предлогомъ «на».

40, 32, 46, 43 «въ» и 12, 12, 11, 12 «на»;

а подсчетъ тысячъ словъ съ начала второй главы повѣсти «Капитанская дочка» даетъ совсѣмъ иной результатъ:

15 «въ» и 21 «на».

Число 15 можно увеличить до 20, если присчитать тѣ «въ», которыми начинаются слова «вправо», «въѣзжать» и т. п., но существо дѣла отъ этого не измѣнится. Въмѣсто чиселъ

1,2 для «въ» и 0,6 для «на»,

¹ Во всѣхъ случаяхъ я считалъ «не» въ видѣ отдѣльнаго слова (по изданію 1882 года); если же присоединить и слова, начинающіяся съ отрицанія «не», то придется увеличить всѣ числа; однако въ послѣдней тысячѣ никакъ нельзя насчитать болѣе 8 «не», а въ первой ихъ не менѣе 32.

приведенныхъ для этой повѣсти въ таблицѣ VI (стр. 112), новый подсчетъ дать числа

0,58 (или 0,8) для «въ» и 1,05 для «на»,

которыя по той же таблицѣ VI приходится признавать характерными для Гоголя.

Согласно таблицамъ XVI и VI рѣчь Гоголя отличается сравнительно рѣдкимъ употребленіемъ «въ» и частымъ употребленіемъ «на»: въ XVI таблицѣ указаны для произведеній Гоголя такія числа

15, 16, 23, 23, 22 «въ» и 24, 26, 26, 15, 20 «на»

и по нимъ выведены числа таблицы VI:

0,58, 0,61, 0,9 для «въ» и 1,2, 1,3, 1,3 для «на».

Въ послѣдней таблицѣ пропущена пара чиселъ

$$\frac{23}{26} = 0,88 \dots \quad \text{и} \quad \frac{15}{20} = 0,75,$$

которая также вытекаетъ изъ таблицы XVI («Носъ», 1-ый спектръ), но уже не указываетъ на преобладаніе предлога «на». Съ своей стороны могу прибавить результаты подсчета первой тысячи словъ девятой главы первой части поэмы «Мертвые души»:

37 «въ» и 12 «на»;

откуда по раздѣленіи на 26 и 20 получаемъ числа

1,4... и 0,6,

которыя согласно таблицѣ VI соответствуютъ рѣчи Пушкина, а не Гоголя.

Итакъ, подсчеты немногихъ тысячъ послѣдовательныхъ словъ въ произведеніяхъ различныхъ писателей, подобные приведеннымъ въ таблицѣ XVI статьи «Лингвистическіе счеткры», представляютъ шаткое основаніе для заключеній объ особенностяхъ рѣчи каждаго изъ этихъ писателей; замѣна однихъ тысячъ словъ другими можетъ превращать такія заключенія въ противоположныя, что и указываетъ на сомнительность ихъ.

Только значительное расширеніе поля изслѣдованія (подсчетъ не 5 тысячъ, а сотенъ тысячъ словъ) можетъ придать заключеніямъ нѣкоторую степень основательности, если только границы птоговъ различныхъ писателей

окажутся резко отдѣльными, а не обнаружится другое весьма вѣроятное обстоятельство, что итоги всѣхъ писателей будутъ колебаться около одного средняго числа, подчиняясь общимъ законамъ языка.

Наконецъ, что касается такихъ вспомогательныхъ средствъ, какъ преобразованіе одной таблицы въ другую (XVI въ VI) посредствомъ особыхъ дѣлителей ($\frac{1}{26}$, $\frac{1}{20}$ и т. п.) и чертежи, то они существа дѣла не измѣняютъ и потому особаго значенія не имѣютъ.

17 февраля 1916 года.

Графическій способъ вычисленія постоянныхъ на астрофотографическихъ снимкахъ.

С. К. Костинскаго.

(Съ 2-мя таблицами).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 20 января 1916 г.).

Опредѣленіе постоянныхъ на астрофотографическихъ пластинкахъ, если пренебрегать малыми членами 2-го и высшихъ порядковъ, или — усчитывать ихъ отдѣльно, сводится, какъ извѣстно, къ рѣшенію двухъ системъ линейныхъ условныхъ уравненій слѣдующаго вида:

$$(m) \quad \left\{ \begin{array}{l} x_1 \cdot x + y_1 \cdot y + z + n_1 = 0; \quad x_1 \cdot x' + y_1 \cdot y' + z' + n'_1 = 0 \\ x_2 \cdot x + y_2 \cdot y + z + n_2 = 0; \quad x_2 \cdot x' + y_2 \cdot y' + z' + n'_2 = 0 \\ \dots\dots\dots \end{array} \right. \quad (I)$$

гдѣ $x_1 y_1, x_2 y_2, \dots, x_m y_m$ суть прямоугольныя координаты опорныхъ звѣздъ, измѣренныя на пластинкѣ относительно осей, проходящихъ черезъ ея оптическій центръ и близко параллельныхъ проэкціи, на пластинку, небеснаго меридіана (ось Y) и касательной къ небесной параллели (ось X); x, y, z и x', y', z' суть искомыя постоянныя — соотвѣтственно по прямому восхожденію и по склоненію —, а величины n и n' суть извѣстныя функціи, представляющія результатъ сравненія измѣренныхъ координатъ съ такъ называемыми идеальными (въ случаѣ опредѣленія относительныхъ или абсолютныхъ положеній различныхъ небесныхъ объектовъ), или же — получаемыя также непосредственно изъ измѣреній (при опредѣленіи параллаксъ или собственныхъ движеній звѣздъ по способу Kapteyn'a)¹.

¹ См. напр. С. Костинскій: «Астрофотографическія наблюденія спутника Нептуна въ 1899 г.» (Извѣстія ИАН., т. XII, № 2, 1900 г.); также: «Untersuchungen auf dem Gebiete der Sternparallaxen mit Hilfe der Photographie». (Publications de l'Observatoire Central Nicolas, Sér. II, Vol. XVII, 2, 1905 г.).

Указанныя выше системы условныхъ уравненій обыкновенно рѣшаются по способу наименьшихъ квадратовъ, или по какому-нибудь другому болѣе искусственному методу (напр. по способу Коннѣ), что представляетъ, при большомъ числѣ m опорныхъ звѣздъ, довольно значительную вычислительную работу; это въ особенности часто встрѣчается при массовомъ опредѣленіи параллаксовъ по фотографическому способу Картеуна. Однако, уже нѣсколько лѣтъ тому назадъ, опытъ показалъ мнѣ, что во многихъ случаяхъ можно довольствоваться весьма простымъ *графическимъ* способомъ рѣшенія данныхъ уравненій (I), который хотя и не даетъ вѣроятнѣйшихъ значеній неизвѣстныхъ — въ строго математическомъ смыслѣ этого слова, однако приводитъ къ такимъ величинамъ x , y и z , которыя, практически, почти совпадаютъ съ этими послѣдними, близко въ предѣлахъ вѣроятныхъ ошибокъ самихъ опредѣленій.

Въ русской литературѣ мнѣ извѣстны только двѣ статьи, посвященныя вопросу о графическомъ рѣшеніи линейныхъ уравненій по способу наименьшихъ квадратовъ, въ общемъ видѣ, съ двумя и тремя неизвѣстными¹; но такъ какъ изложенные тамъ способы имѣютъ нѣсколько другія основанія (въ послѣднемъ случаѣ — съ приложеніемъ Начертательной Геометріи), и въ примѣненіи ихъ на практикѣ, при большомъ числѣ условныхъ уравненій, могутъ встрѣтиться довольно значительныя затрудненія, то я рѣшаюсь изложить здѣсь примѣняемый мною весьма простой и элементарный методъ, тѣмъ болѣе, что онъ можетъ пригодиться не только въ приложеніяхъ къ Астрофотографіи, но и во многихъ другихъ случаяхъ.

1. Изобразимъ абсолютный членъ n (или n'), геометрически, векторомъ, проведеннымъ чрезъ изображеніе соответствующей опорной звѣзды — перпендикулярно къ плоскости пластинки — и направленнымъ въ ту или другую сторону, сообразно съ его знакомъ (т. е. параллельно третьей осп координатъ Z). Обозначивъ, затѣмъ, искомыя постоянныя x , y , z (или x' , y' , z') соответственно чрезъ a , b , c и принявъ величины x_1 , y_1 , $n_1 \dots x_m$, y_m , n_m за *текущія* координаты ξ , η , ζ , мы перенесемъ основное уравненіе (I) въ слѣдующей формѣ:

$$a\xi + b\eta + \zeta + c = 0 \quad (\text{II})$$

¹ И. П. Померанцевъ: «Графическій приемъ опредѣленія двухъ неизвѣстныхъ по способу наименьшихъ квадратовъ» (Записки поевво-топогр. отд. Главн. Штаба, часть LII, 1895 г.). А. К. Кононовичъ: «Sur la résolution du système des équations linéaires à trois inconnues par la méthode des moindres carrés». (Записки Имп. Новороссійскаго Университета, T. LXIX, 1896 г.).

это выраженіе представляет собою уравненіе плоскости, пересѣкающей плоскость пластинки, т. е. координатную плоскость $X'Y'$ (или $\xi\eta$), по линіи, вида:

$$a\xi + b\eta + c = 0. \quad (\text{III})$$

Изъ условія $\zeta = n = 0$, опредѣляющаго эту прямую линію, видно, что она представляет собою, на пластинкѣ, границу между областями, гдѣ значенія n положительны, и гдѣ они — отрицательны; слѣдовательно, ее можно назвать *нулевой линіей* и высказать слѣдующую теорему:

Постоянныя астрофотографической пластинки являются коэффициентами въ уравненіи нулевой линіи, отнесенной къ тѣмъ же прямоугольнымъ осямъ координатъ, относительно которыхъ производилось на ней измѣреніе опорныхъ и другихъ звѣздъ.

Такимъ образомъ все дѣло сводится къ построенію нулевой линіи по извѣстнымъ положеніямъ опорныхъ звѣздъ и по соотвѣтствующимъ значеніямъ функціи n . Пусть мы имѣемъ, на пластинкѣ, изображенія трехъ звѣздъ s_1 , s_2 и s_3 , достаточно удаленныя другъ отъ друга и возможно симметрично расположенныя относительно ея оптическаго центра; если n_1 , n_2 и n_3 суть соотвѣтствующія значенія функціи n , то совершенно очевидно, геометрически, что раздѣляя стороны треугольника $s_1s_2s_3$, *внутреннимъ* или *внѣшнимъ* образомъ, въ отношеніяхъ: $\frac{n_1}{n_2}$, $\frac{n_2}{n_3}$, $\frac{n_1}{n_3}$, мы получимъ три точки, которыя должны лежать на одной прямой (при абсолютной точности чертежа) и какъ разъ опредѣляютъ намъ *нулевую* линію; указанныя выше отношенія имѣютъ знакъ, и легко видѣть, что именно знакомъ — опредѣляется внутреннее дѣленіе, а знакомъ + — внѣшнее.

При большомъ числѣ опорныхъ звѣздъ (resp. — условныхъ уравненій), расположенныхъ на пластинкѣ достаточно равномерно, мы получимъ цѣлый рядъ точекъ нулевой линіи, соединяя изображенія звѣздъ *попарно* и поступая по предыдущему; эти точки, вообще говоря, не будутъ лежать строго на одной прямой, вслѣдствіе случайныхъ ошибокъ въ значеніяхъ функціи n , съ прибавкою ошибокъ самаго черченія. Поэтому, построивъ по нимъ *выпрямленную* прямую, т. е. такую, для которой сумма квадратовъ отклоненій отъ дѣльныхъ точекъ есть *минимумъ*, мы получимъ искомую нулевую линію.

Если на негативѣ имѣются m опорныхъ звѣздъ, то для теоретически полнаго рѣшенія задачи слѣдовало-бы сдѣлать всѣ сочетанія изъ нихъ *по два*, что дало-бы $\frac{m(m-1)}{2}$ точекъ нулевой линіи; однако, на практикѣ, достаточно опредѣлить $\frac{m}{2} \pm 1$ такихъ точекъ, сочетая изображенія звѣздъ

такимъ образомъ, чтобы точки нулевой линіи распредѣлялись возможно равномерно — по всей ея длинѣ. Если условныя уравненія (I), или, что то же — значенія функции n имѣютъ *различныя* вѣса, то соответственно разные вѣса будутъ имѣть и полученныя точки нулевой линіи, что слѣдуетъ принять въ расчетъ при проведеніи вѣроятнѣйшей прямой.

Самое построеніе этой прямой дѣлается обычнымъ образомъ, путемъ послѣдовательнаго соединенія точекъ попарно, или вообще — въ группы, и — опредѣленія центровъ тяжести каждой группы, до тѣхъ поръ, пока не получатся только двѣ точки, опредѣляющія искомую прямую; нѣкоторый произволъ при такомъ построеніи, въ нашемъ случаѣ, не оказываетъ почти никакого замѣтнаго вліянія на конечные результаты¹.

Зная положеніе нулевой линіи, относительно осей $\xi\eta$, нетрудно получить значенія нашихъ постоянныхъ a, b, c въ тѣхъ-же единицахъ, въ которыхъ выражено n . Дѣйствительно, представивъ уравненіе нулевой линіи (III) въ нормальной формѣ:

$$\frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}} \cdot \xi + \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}} \cdot \eta + \frac{c}{\sqrt{a^2+b^2}} = \xi \cdot \cos \alpha + \eta \cdot \sin \alpha - p = 0,$$

гдѣ α и p суть извѣстные параметры, мы замѣчаемъ, что имѣютъ мѣсто слѣдующія соотношенія:

$$a = x = f \cdot \cos \alpha; \quad b = y = f \cdot \sin \alpha; \quad c = z = -f \cdot p. \quad (\text{IV})$$

гдѣ f есть нѣкоторый факторъ пропорціональности.

Подставляя эти значенія неизвѣстныхъ въ систему уравненій (I), мы получаемъ отсюда:

$$f = -\frac{n_1}{x_1 \cdot \cos \alpha + y_1 \cdot \sin \alpha - p} = -\frac{n_2}{x_2 \cdot \cos \alpha + y_2 \cdot \sin \alpha - p} = \dots = -\frac{n}{d}; \quad (\text{V})$$

здѣсь d есть, очевидно, *разстояніе* изображенія той или другой изъ опорныхъ звѣздъ отъ нулевой линіи, измѣренное на чертежѣ и выраженное въ

¹ Теоретически, вопросъ о построеніи *вѣроятнѣйшей* прямой, по m точкамъ, (въ случаѣ равныхъ вѣсовъ) разрѣшается такой системой формулъ:

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \sum x \cdot \sum y - 2m \cdot \sum xy}{(\sum x)^2 - (\sum y)^2 + m \cdot \sum (y^2 - x^2)}; \quad p = \frac{\sum x}{m} \cdot \cos \alpha + \frac{\sum y}{m} \cdot \sin \alpha$$

гдѣ x и y суть прямоугольныя координаты любой изъ данныхъ точекъ, и суммирование распространяется на всѣ m точекъ; α и p суть параметры въ нормальномъ уравненіи искомой вѣроятнѣйшей прямой; при разныхъ вѣсахъ подъ знакъ Σ войдетъ соответствующій множитель.

тѣхъ-же единицахъ, что и координаты xy (или $\xi\eta$). На практикѣ достаточно опредѣлить факторъ f по двумъ опорнымъ звѣздамъ, наиболѣе удаленнымъ отъ нулевой линіи и расположеннымъ, возможно симметрично, по обѣимъ сторонамъ ея; если-же измѣрены разстоянія d для всѣхъ опорныхъ звѣздъ, то вѣроятнѣйшее значеніе фактора f получится по формулѣ:

$$f_0 = - \frac{[dn]}{[dd]}$$

и тогда, какъ легко видѣть, можно найти остающіяся ошибки v , въ условныхъ уравненіяхъ (I), изъ соотношенія:

$$v_m = f_0 \cdot d_m + n_m \quad (m = 1, 2, 3 \dots m) \quad (VI)$$

2. Изъ разсужденій предыдущаго параграфа вытекаетъ, какъ частный случай, графическій способъ рѣшенія системы условныхъ уравненій съ двумя неизвѣстными—въ общемъ видѣ. Дѣйствительно, полагая $z = c = 0$ въ уравненіяхъ (I) и (II), мы приходимъ именно къ такой системѣ, при чемъ уравненіе нулевой линіи приметъ видъ:

$$a\xi + b\eta = 0$$

т. е. нулевая линія *должна* проходить черезъ начало координатъ ($p = 0$).

Построеніе отдѣльныхъ точекъ нулевой линіи производится здѣсь такъ же, какъ было указано выше, но затѣмъ мы должны соединить каждую изъ этихъ точекъ съ началомъ координатъ; полученный, такимъ образомъ, узкій пучекъ прямыхъ линій отмѣтить — на окружности, описанной изъ начала координатъ произвольнымъ радіусомъ — рядъ точекъ съ *различнымъ* вѣсомъ, въ зависимости отъ разстоянія построенныхъ точекъ нулевой линіи отъ начала координатъ; опредѣливъ *центр тяжести* этихъ точекъ, считая по окружности, и соединивъ его съ началомъ координатъ, получимъ вѣроятнѣйшую нулевую линію, рѣшающую вопросъ, по предыдущему.

3. Переходя къ практическимъ примѣрамъ приложенія описаннаго способа, резюмируемъ, предварительно, совокупность операций, вытекающихъ изъ предыдущихъ параграфовъ:

1) Нанесеніе, на чертежъ, положеній всѣхъ опорныхъ звѣздъ — въ произвольномъ масштабѣ; иначе сказать: снятіе возможно точной копіи съ пластинки, въ ея оригинальномъ масштабѣ, или въ увеличенномъ; эта, наиболѣе мѣшкотная часть работы можетъ быть значительно облегчена разными путями; напримѣръ: съ помощью особаго приспособленія на стереокомпара-

торѣ Zeiss'a, дающаго возможность снимать копію съ пластинки (въ ея масштабѣ) почти автоматически. Затѣмъ, около изображенія каждой звѣзды на чертежѣ должны быть приписаны значенія функций n (или n' — для склоненія).

2) Построеніе точекъ нулевой линіи, что дѣлается съ помощью такъ называемаго пропорціональнаго циркуля, или съ помощью миллиметренной линейки и большой таблицы умноженія; для рѣшенія обѣихъ системъ уравненій (I) можно пользоваться однимъ и тѣмъ же чертежомъ, замѣняя n чрезъ n' .

3) Измѣреніе разстоянія p нулевой линіи — отъ начала координатъ (въ тѣхъ единицахъ, въ которыхъ выражены ξ и η) и угла α , образуемаго этимъ перпендикуляромъ съ осью ξ ($=$ углу между нулевой линіей и осью η); это послѣднее дѣлается обыкновеннымъ транспортиромъ, и уголъ α считается отъ 0° до 360° , начиная отъ положительной оси ξ — въ направленіи стрѣлки часовъ.

4) Вычисленіе по формуламъ (IV) и (V), что достаточно дѣлать съ 3-хъ значными логарифмами (для указанныхъ выше астрофотографическихъ задачъ).

4. Приведемъ ниже два примѣра приложенія описаннаго способа къ отдѣльнымъ случаямъ, при чемъ сравнимъ результаты графическаго рѣшенія съ таковыми, полученными путемъ обычнаго вычисленія — по способу наименьшихъ квадратовъ.

а) Для опредѣленія годичнаго параллакса звѣзды σ Draconis, по фотографическому способу Картеуна, была снята мною (Пулковскимъ нормальнымъ астрографомъ) пластинка А.915, въ центрѣ которой, принятомъ за начало координатъ, помѣщается изображеніе сказанной звѣзды. Измѣреніе этой пластинки, сдѣланное А. Н. Высотскимъ, дало слѣдующую систему условныхъ уравненій — для 32-хъ звѣздъ сравненія:

1) $-9.7 \cdot x$	$-57.9 \cdot y$	$+z$	$-0.705 = 0$	17)	$+45.7 \cdot x$	$+0.4 \cdot y$	$+z$	$+0.058 = 0$
2) -20.2	-53.8	$»$	$-0.662 = 0$	18)	$+16.9$	$+5.8$	$»$	$+0.106 = 0$
3) -35.2	-45.4	$»$	$-0.569 = 0$	19)	$+10.6$	$+5.2$	$»$	$+0.096 = 0$
4) $+29.4$	-43.1	$»$	$-0.488 = 0$	20)	-40.5	$+7.1$	$»$	$+0.079 = 0$
5) -47.6	-39.9	$»$	$-0.514 = 0$	21)	$+3.7$	$+9.3$	$»$	$+0.146 = 0$
6) -24.0	-38.7	$»$	$-0.468 = 0$	22)	$+45.8$	$+13.6$	$»$	$+0.221 = 0$
7) $+35.7$	-37.0	$»$	$-0.409 = 0$	23)	$+16.4$	$+13.6$	$»$	$+0.210 = 0$
8) $+25.3$	-30.4	$»$	$-0.332 = 0$	24)	-47.9	$+16.7$	$»$	$+0.192 = 0$
9) -18.3	-26.8	$»$	$-0.319 = 0$	25)	-31.4	$+15.8$	$»$	$+0.193 = 0$
10) -31.8	-24.4	$»$	$-0.304 = 0$	26)	$+42.0$	$+21.7$	$»$	$+0.319 = 0$
11) $+30.3$	-15.0	$»$	$-0.140 = 0$	27)	-34.2	$+22.3$	$»$	$+0.269 = 0$
12) -6.0	-10.7	$»$	$-0.113 = 0$	28)	$+5.5$	$+24.4$	$»$	$+0.325 = 0$
13) -43.7	$+1.5$	$»$	$+0.007 = 0$	29)	$+11.6$	$+33.3$	$»$	$+0.444 = 0$
14) -20.3	$+1.2$	$»$	$+0.022 = 0$	30)	$+21.4$	$+34.7$	$»$	$+0.467 = 0$
15) $+9.5$	$+2.3$	$»$	$+0.062 = 0$	31)	$+1.7$	$+44.5$	$»$	$+0.573 = 0$
16) $+25.4$	$+1.5$	$»$	$+0.064 = 0$	32)	-13.8	$+47.6$	$»$	$+0.600 = 0$

Здѣсь коэффициенты при x и y , представляющіе собой прямоугольные координаты опорныхъ звѣздъ, выражены *въ миллиметрахъ*, а абсолютный членъ n — *въ оборотахъ* микрометричнаго винта измѣрительнаго прибора (1 обор. = 29".8 на небѣ); для удобства графическаго построения всѣ эти числа даны съ сокращеніемъ одного десятичнаго знака — противъ обыкновеннаго.

Приложенный ниже чертежъ (табл. I) представляетъ собою полное графическое рѣшеніе задачи, для данной пластинки; масштабъ чертежа въ точности равенъ оригинальному масштабу астрофотографическаго негатива; болѣе крупныя точки суть построенныя точки нулевой линіи, за исключеніемъ одной, помѣщенной въ началѣ координатъ и представляющей собою звѣзду ϵ Драконіа. Надписанныя на чертежѣ значенія функции n выражены въ тысячныхъ доляхъ оборота винта.

Произведя измѣренія по чертежу, получаемъ:

$$\begin{aligned} \alpha &= 266^\circ.6; d_1 = +57.0^{mm}; n_1 = -705 \\ p &= 1.9^{mm}; d_{32} = -48.4; n_{32} = +600 \end{aligned} \quad \text{откуда: } f = \begin{Bmatrix} +12.37 \\ +12.40 \end{Bmatrix} = +12.38$$

и наконецъ:

Вѣр. ошибка одного ур-ія.

$$\begin{aligned} \text{Въ тысячныхъ доляхъ} \\ \text{оборота винта:} \end{aligned} \quad \begin{cases} x = -0.74 \pm 0.01 \\ y = -12.33 \pm 0.01 \\ z = -23.46 \pm 0.52 \end{cases} \quad \rho_1 = \pm 3.03$$

Строгое рѣшеніе, по способу наим. квадратовъ дало:

$$\begin{aligned} \text{»} \quad \text{»} \end{aligned} \quad \begin{cases} \hat{x} = -0.77 \pm 0.01 \\ \hat{y} = -12.37 \pm 0.01 \\ \hat{z} = -22.30 \pm 0.42 \end{cases} \quad \rho_1 = \pm 2.38$$

Отсюда видно, что графическое рѣшеніе согласуется со строгимъ числовымъ вычисленіемъ почти въ предѣлахъ вѣроятныхъ ошибокъ опредѣленій. Для полноты были измѣрены также, по чертежу, разстоянія d всѣхъ звѣздъ отъ нулевой линіи и вычислены остающіяся ошибки v ; ниже приведены эти числа, рядомъ съ таковыми, найденными по способу наименьшихъ квадратовъ:

	Остающіяся ошибки v :				Остающіяся ошибки v :		
	d	(графически).	(по спос. наим. квадр.).		d	(графически).	(по спос. наим. квадр.).
1)	^{mm} -157.0	+ 1	-4	17)	^{mm} - 5.0	- 4	-5
2)	+53.3	- 2	-2	18)	- 8.4	+ 2	-1
3)	+46.0	0	-2	19)	- 7.6	+ 3	+1
4)	+39.8	+ 4	0	20)	- 6.7	- 4	0
5)	+40.6	-12	-6	21)	-11.2	+ 8	+6
6)	+38.2	+ 4	+7	22)	-18.0	- 2	-6
7)	+33.3	+ 3	0	23)	-16.2	+10	+8
8)	+27.2	+ 5	+3	24)	-15.9	- 5	0
9)	+26.0	+ 3	+4	25)	-15.6	0	0
10)	+24.6	+ 1	0	26)	-26.0	- 3	-4
11)	+11.5	+ 2	0	27)	-22.0	- 4	-3
12)	+ 9.0	- 2	+2	28)	-26.6	- 4	-3
13)	- 1.2	- 7	0	29)	-36.0	- 1	+1
14)	- 1.9	- 1	0	30)	-37.7	0	-1
15)	- 5.0	0	+4	31)	-46.2	+ 2	-1
16)	- 4.8	+ 4	+4	32)	-48.4	+ 1	-1

Для болѣе крупныхъ остающихся ошибокъ два разныхъ метода даютъ достаточно согласныя значенія, но понятно, что вѣроятная ошибка одного уравненія выходитъ нѣсколько *болше* для графическаго способа — вслѣдствие неточности черченія и отбрасыванія десятичныхъ знаковъ; здѣсь именно — приблизительно на 27%.

Точное значеніе фактора f , по формулѣ: $f_0 = -\frac{[dn]}{[dd]}$, получается равнымъ +12.369, что почти совпадаетъ съ принятымъ выше приближеннымъ значеніемъ. Напомнимъ, что въ способѣ Картеуна именно остающіяся ошибки служатъ аргументомъ для опредѣленія параллакса той или другой звѣзды; для данной пластинки мы имѣемъ:

$$\text{относительный параллаксъ: } \pi = -\frac{v}{111.4},$$

гдѣ v выражено въ тысячныхъ доляхъ оборота винта, а π получается въ секундахъ дуги. Такъ какъ центральная звѣзда σ Драконисъ служила также началомъ счета для n , т. е. для нея $n = 0$, то, въ случаѣ отсутствія у нея замѣтнаго параллакса, изображеніе этой звѣзды должно было бы попасть на нулевую линію¹; если же звѣзда лежитъ *внѣ* ея (см. табл. I), то *какъ разъ* *ея разстояніе отъ нулевой линіи и представляетъ собой, графически, ея*

¹ Или, вѣрнѣе: нулевая линія должна была бы *пройти* *черезъ* *звѣзду*.

параллаксъ; иначе сказать: для σ Draconis $v = -f \cdot p = z$, и по данной выше формулѣ мы имѣемъ:

$$\text{параллаксъ } \sigma \text{ Draconis: } \pi = \begin{cases} + 0''.211 & \dots \text{графически} \\ + 0.200 & \dots \text{по спос. наим. квадратовъ} \end{cases}$$

Замѣтимъ вообще, что крупное отклоненіе, въ опредѣленную сторону, какой-либо изъ построенныхъ точекъ нулевой линіи, отъ ея средняго положенія, можетъ служить нѣкоторымъ намекомъ на возможность существованія замѣтнаго параллакса у той или другой изъ соотвѣствующихъ звѣздъ сравненія.

б) Для опредѣленія постоянныхъ, по прямому восхожденію, на пластинкѣ А.392, снятой для опредѣленія положенія малой планеты Eros, были получены слѣдующія условныя уравненія:

1)	— 48.17 · x	— 20.16 · y	+ z	— 0.4337 = 0
2)	— 44.19 »	— 48.92 »	»	— 0.5465 = 0
3)	— 30.86 »	— 12.37 »	»	— 0.2768 = 0
4)	— 24.99 »	+ 41.75 »	»	+ 0.0243 = 0
5)	— 24.77 »	— 31.94 »	»	— 0.3259 = 0
6)	— 21.77 »	— 48.18 »	»	— 0.3860 = 0
7)	— 18.24 »	+ 25.58 »	»	— 0.0073 = 0
8)	— 16.30 »	— 55.31 »	»	— 0.3875 = 0
9)	— 4.66 »	— 4.17 »	»	— 0.0534 = 0
10)	+ 12.65 »	— 33.76 »	»	— 0.0773 = 0
11)	+ 13.91 »	+ 30.48 »	»	+ 0.2414 = 0
12)	+ 18.96 »	— 15.39 »	»	+ 0.0529 = 0
13)	+ 34.74 »	+ 10.11 »	»	+ 0.2790 = 0
14)	+ 48.23 »	+ 34.35 »	»	+ 0.4915 = 0
15)	+ 51.39 »	+ 27.47 »	»	+ 0.4765 = 0
16)	+ 54.68 »	— 11.19 »	»	+ 0.3105 = 0

Здѣсь всѣ числа выражены въ миллиметрахъ ($1'' = 59.6$ на небѣ); для графическаго рѣшенія сокращаемъ по одному десятичному знаку. Чтобы выяснитъ, какъ отражается, на конечномъ результатѣ, извѣстная степень произвола при построеніи нулевой линіи, это построеніе было про-
дѣлано *два раза*, совершенно независимо, и притомъ — соединяя опорныя звѣзды, попарно, *инымъ* образомъ (табл. II). Вотъ результаты обоихъ графическихъ рѣшеній, а также строгаго рѣшенія по способу наименьшихъ квадратовъ:

1-е графическое рѣшеніе (табл. II). 2-е графическое рѣшеніе. Способъ наим. квадратовъ.

$$\alpha = 36^{\circ}4; p = 0.6; f = -8.37; \quad \alpha = 35^{\circ}6; p = 0.5; f = -8.40$$

(Въ тысячныхъ доляхъ миллиметра).

$x = -6.81 \pm 0.02$	$x = -6.82$	$x = -6.84 \pm 0.02$
$y = -4.84 \pm 0.02$	$y = -4.89$	$y = -4.84 \pm 0.02$
$z = +5.01 \pm 0.57$	$z = +4.20$	$z = +5.48 \pm 0.50$

Вѣроятная ошибка одного уравненія:

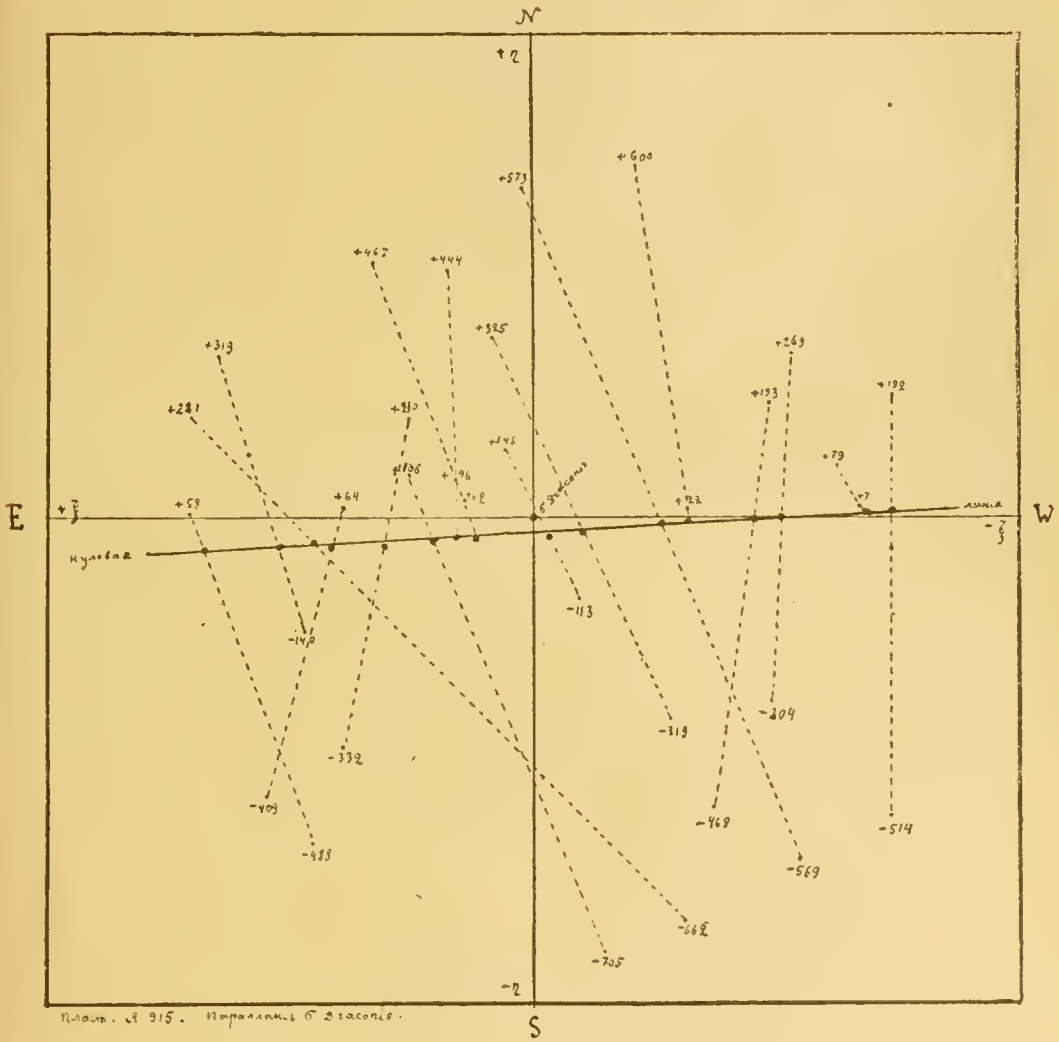
$$\rho_1 = \pm 2.23 \qquad \qquad \qquad \rho_1 = \pm 1.98$$

Всѣ три рѣшенія согласуются между собой въ предѣлахъ ихъ точности. Вѣроятная ошибка одного уравненія увеличилась здѣсь — для графическаго рѣшенія — только на 13%.

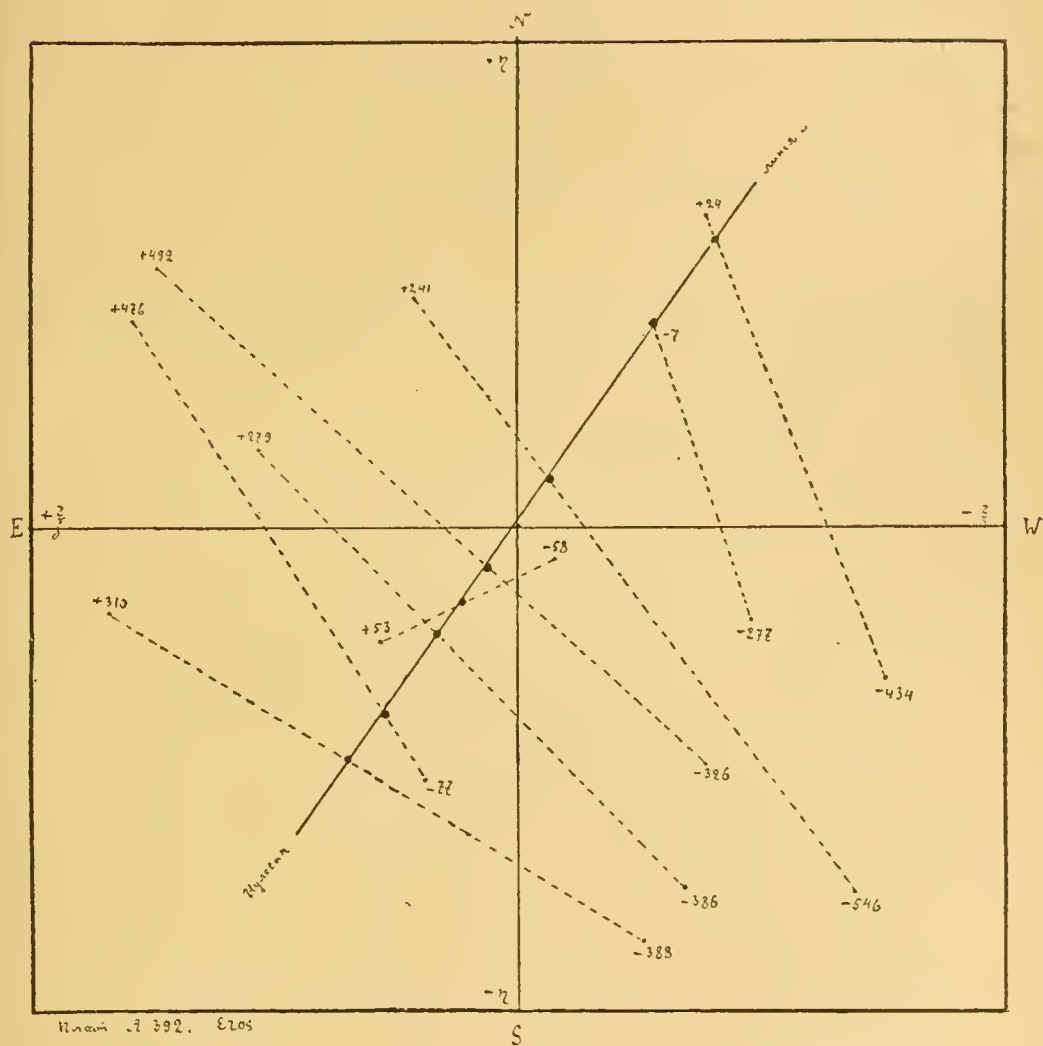
Приведенные примѣры показываютъ, что даже при сравнительно мелкомъ масштабѣ чертежа описанный графическій способъ даетъ результаты практически совпадающіе съ таковыми, полученными путемъ строгаго вычисленія; попятно, что прибавочная ошибка черченія можетъ быть сведена къ minimum'у съ помощью соотвѣтствующаго увеличенія масштаба. Между тѣмъ — что здѣсь самое существенное — экономія въ работѣ получается очень значительная (раза въ три — во времени); поэтому есть основаніе думать, что этотъ способъ можетъ оказаться полезнымъ и достаточнымъ во многихъ случаяхъ.

Пулково, январь 1916 г.

С. К. Костинский. Графический способ вычисления постоянных
на астрофотографических снимках.



С. К. Костинский. Графический способ вычисления постоянных
на астрофотографических снимках.



Вліяніе спирта и метиленовой синьки на выдѣленіе углекислоты убитыми дрожжами.

В. И. Палладина и Е. И. Ловчиновской.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 20 января 1916 г.).

Вопросъ объ окисленіи спирта растеніями изслѣдовался Костычевымъ¹ и Залѣскимъ². Исходя изъ предположенія, что наблюдавшіяся окисленія спирта производились при участіи водородныхъ акцепторовъ, мы во время нашихъ изслѣдованій надъ вліяніемъ метиленовой синьки на разложеніе различныхъ органическихъ кислотъ растеніями попутно произвели нѣсколько опытовъ для рѣшенія вопроса, не могутъ ли растенія, неспособныя окислять спиртъ при нормальныхъ условіяхъ (убитыя дрожжи въ нашихъ опытахъ), окислять его съ образованіемъ углекислоты въ присутствіи водороднаго акцептора (метиленовой синьки). Опыты дали отрицательный результатъ. Иногда порція со спиртомъ и метиленовой синькой даетъ нѣсколько болѣе углекислоты, чѣмъ порція съ однимъ спиртомъ, но это небольшое увеличеніе углекислоты зависитъ отъ стимулированія метиленовой синькой процесса самоброженія. Можетъ быть въ нашихъ опытахъ шло окисленіе спирта только до алдегида, но этотъ вопросъ мы не изслѣдовали.

¹ Костычевъ. Biochemische Zeitschrift. 15, 164, 1908. Физиологохимическія изслѣдованія надъ дыханіемъ растеній. Юрьевъ. 1910.

² Залѣскій и Рейнгардъ. Biochemische Zeitschrift. 42, 39, 1912. Залѣскій. Тамъ же 69, 289, 1915. Цитировано по Journal of the chem. Society. July. 1915.

Опытъ 1.

Три порціи по 5 гр. гефанола. I порція: 50 к. см. воды. II порція: 50 к. см. 5% спирта. III порція: 50 к. см. 5% спирта и 0,5% метиленовой синьки. Температура 20°—21°.

Продолжительность опыта.	1. В о д а.		2. С п и р т ъ.		3. Спиртъ + метиленовая синька.	
	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.
1 ч. 50 м.	11,6	7,7	11,2	7,5	12,8	8,5
22 ч. 15 м.	33,6	1,5	33,2	1,4	50,8	2,0
24 ч. 5 м.	45,2	—	44,4	—	63,6	—

Опытъ 2.

Двѣ порціи по 5 гр. гефанола. I порція: 50 к. см. 5% спирта. II порція: 50 к. см. 5% спирта и 0,5% метиленовой синьки. Температура 20,5°—21°.

Продолжительность опыта.	1. С п и р т ъ.		2. Спиртъ + метиленовая синька.	
	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.
4 часа	20,8	5,2	20,8	5,2
22 ч. 40 м.	30,8	1,3	33,6	1,4
26 ч. 40 м.	51,6	—	54,4	—

Опыт 3.

Три порціи по 5 гр. гексанола. I порція: 50 к. см. воды. II порція: 50 к. см. воды и 0,5% метиленовой синьки. III порція: 50 к. см. 5% спирта и 0,5% метиленовой синьки. Температура 20°—21,5°.

Продолжительность опыта.	1. В о д а.		2. Вода и метиленовая синька.		3. Спиртъ и метиленовая синька.	
	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часть.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часть.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часть.
4 ч. 45 м.	28,4	5,9	30,4	6,4	28,4	5,9
20 ч. 10 м.	30,4	1,5	30,8	1,5	38,8	1,9
24 ч. 55 м.	58,8	—	61,2	—	67,2	—

Опыт 4.

Три порціи по 5 гр. гексанола. I порція: 50 к. см. воды. II порція: 50 к. см. воды и 0,5% метиленовой синьки. III порція: 50 к. см. 5% спирта и 0,5% метиленовой синьки. Температура 20°—20,5°.

Продолжительность опыта.	1. В о д а.		2. Вода и метиленовая синька.		3. Спиртъ и метиленовая синька.	
	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часть.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часть.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часть.
3 ч. 25 м.	11,6	3,3	26,4	7,7	18,8	5,1
21 ч. 10 м.	44,0	1,8	36,6	1,7	37,5	1,8
24 ч. 35 м.	55,6	—	63,0	—	56,3	—

Опытъ 5.

Двѣ порціи по 5 гр. гетанола. I порція: 50 к. см. 5% спирта. II порція: 50 к. см. 5% спирта и 0,5% метиленовой синьки. Температура 20°—20,5°.

Продолжительность опыта.	1. С п и р т ъ.		2. Спиртъ и метиленовая синька.	
	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.
1 ч. 30 м.	11,2	7,5	4,8	3,2
21 ч. 5 м.	35,2	1,6	37,6	1,7
22 ч. 35 м.	46,4	—	42,4	—

Опытъ 6.

Три порціи по 5 гр. гетанола. I порція: 50 к. см. 1% спирта и 0,5% метиленовой синьки. II порція: 50 к. см. 3% спирта и 0,5% метиленовой синьки. III порція: 50 к. см. 5% спирта и 0,5% метиленовой синьки. Температура 22°.

Продолжительность опыта.	1. 1% спиртъ.		2. 3% спиртъ.		3. 5% спиртъ.	
	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.	CO ₂ въ мгр.	CO ₂ въ 1 часъ.
4 ч. 20 м.	30,4	7,0	23,6	5,4	32,4	7,4
17 ч. 45 м.	32,8	1,8	33,6	1,8	36,0	2,0
22 ч. 5 м.	63,2	—	57,2	—	68,4	—

Ботаническій кабинетъ
Живскаго Педагогическаго Института.

Quelques remarques complémentaires relatives à la théorie de fermeture.

Par W. Stekloff (V. Steklov).

(Présenté à l'Académie le 3/16 février 1916).

1. Pour démontrer le théorème fondamental dans la théorie de fermeture, j'ai établi d'abord, dans ma Note précédente¹, l'inégalité

$$(1) \quad |\varphi(x) - P_n(x)| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

ayant lieu pour toute fonction continue dans l'intervalle donné, $P_n(x)$ désignant un polynôme en x de degré n .

Je dois remarquer maintenant que c'est seulement pour annoter, chemin faisant, la simplicité extrême de la démonstration de cette inégalité, exprimant un théorème, connu aujourd'hui sous le nom du théorème de Weierstrass, que j'en ai déduit préalablement, en peu de mots, d'une autre inégalité simple²

$$(2) \quad |f(x) - P_n(x)| < 2 \frac{M_2}{n},$$

ayant lieu pour toute fonction $f(x)$ admettant les dérivées de deux premiers ordres.

Mais la démonstration préalable de ce théorème n'est point indispensable pour notre méthode.

¹ «Sur la théorie de fermeture». Ci dessus p. 222.

² Voir ma Note qui vient d'être citée.

Bien au contraire, il est aisé d'atteindre notre but d'une manière directe et même encore plus simple qui ne dépend nulle part de cette démonstration préalable de l'inégalité (1).

Quant à cette dernière inégalité, on peut la déduire ensuite, si l'on veut, comme une conséquence immédiate et très particulière du théorème fondamental de la théorie de fermeture.

2. Soit

$$\varphi_0(x), \quad \varphi_1(x), \dots, \quad \varphi_k(x), \dots$$

une suite de fonctions orthogonales et normales correspondant à la fonction caractéristique $p(x)$, positive dans l'intervalle $(-1, +1)$.

Posons, en général,

$$S_m(F(x)) = \sum_{k=m+1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int_{-1}^{+1} p(x) F(x) \varphi_k(x) dx.$$

On a toujours

$$(3) \quad \sqrt{S_m(F(x))} \leq \sqrt{S_m(\Phi(x))} + \sqrt{\int_{-1}^{+1} p(x) (F(x) - \Phi(x))^2 dx},$$

quelles que soient les fonctions

$$F(x) \quad \text{et} \quad \Phi(x)^1.$$

Soit $\varphi(x)$ une fonction continue dans $(-1, +1)$.

Introduisons, comme dans la Note précédente, la fonction auxiliaire

$$(4) \quad f(x) = \frac{1}{h^2} \int_x^{x+h} d\zeta \int_{\xi}^{\xi+h} \varphi(z) dz, \quad h > 0.$$

Appliquant l'inégalité (2) à cette fonction $f(x)$, on trouve

$$(4) \quad |f(x) - P_n(x)| < 4 \frac{\varepsilon}{h^2 n},$$

ε étant un nombre positif qui figure dans l'inégalité

$$(5) \quad |\varphi(x + \delta) - \varphi(x)| < \varepsilon, \quad \delta \leq 2h.$$

¹ Voir mon Mémoire « Sur la théorie de fermeture des systèmes de fonctions orthogonales et normales etc. ». Mém. d. Acad. d. Sciences, Cl. I^h. M., VIII s., T. XXX, n° 4, 1911, p. 8.

Faisons, dans (3),

$$F(x) = f(x), \quad \Phi(x) = P_n(x).$$

On a, en vertu de (4),

$$(6) \quad \sqrt{S_m(f(x))} \leq \sqrt{S_m(P_n(x))} + 4Q \frac{\varepsilon}{h^2 n}, \quad Q^2 = \int_{-1}^{+1} p(x) dx.$$

Si l'on fait ensuite, dans (3),

$$F(x) = \varphi(x), \quad \Phi(x) = f(x),$$

on aura, en vertu de (5) et de (A),

$$(7) \quad \sqrt{S_m(\varphi(x))} \leq \sqrt{S_m(f(x))} + Q\varepsilon.$$

Les inégalités (6) et (7) conduisent à la suivante

$$(8) \quad \sqrt{S_m(\varphi(x))} \leq \sqrt{S_m(P_n(x))} + 4Q \frac{\varepsilon}{h^2 n} + Q\varepsilon.$$

3. Dans cette inégalité

$$m, \quad n \quad \text{et} \quad h$$

sont trois nombres arbitraires ne dépendant pas les uns des autres; quant à ε , il ne dépend que de h (ou inversement).

Quels que soient les entiers m et n , on peut toujours choisir le nombre

$$h = h_0$$

de manière que ε soit si petit qu'on le veut, car $\varphi(x)$ est une fonction continue.

On peut poser, par exemple,

$$Q\varepsilon = \frac{\varepsilon'}{3},$$

ε' étant un nombre donné à l'avance.

Le nombre h étant ainsi fixé, faisons $n = n_0$ si grand qu'on ait, par exemple,

$$h^2 n_0 > 4.$$

Faisons, enfin, l'hypothèse que

$$\lim_{m \rightarrow \infty} S_m(P(x)) = 0$$

pour tout polynome $P(x)$.

Dans ce cas on peut choisir $m = m_0$ si grand qu'on ait

$$S_m(P_n(x)) < \frac{\varepsilon'^2}{3^2} \quad \text{pour} \quad m \geq m_0.$$

Les nombres h , n et m étant choisis de la manière indiquée, l'inégalité (8) devient

$$(B) \quad \sqrt{S_m(\varphi(x))} < \varepsilon' \quad \text{pour} \quad m \geq m_0$$

et conduit ensuite au théorème énoncé à la fin de ma Note précédente, à laquelle nous renvoyons le lecteur.

On voit, de la sorte, que *le théorème de Weierstrass ne joue aucun rôle dans la démonstration du théorème dont il s'agit.*

4. Le théorème fondamental de la théorie de fermeture étant établi d'une manière si simple et tout à fait élémentaire, ses diverses applications en acquièrent un nouvel intérêt et un plus grand degré de généralité.

Il est impossible d'entrer en tous les détails dans cette petite Note et je me bornerai seulement à certaines remarques sommaires relatives aux problèmes de représentation approchée des fonctions arbitraires ainsi que de leur développement en séries procédant suivant les fonctions données.

L'équation (6) du Mémoire « Sur la théorie de fermeture etc. », cité plus haut (p. 29),

$$(9) \quad \frac{1}{2h} \int_{x-h}^{x+h} \varphi(x) dx = \sum_{k=0}^n A_k \frac{1}{2h} \int_{x-h}^{x+h} \varphi_k(x) dx + \rho_n, \quad h > 0,$$

où $\varphi(x)$ est une fonction *intégrable* dans l'intervalle donné (a, b) et

$$(10) \quad |\rho_n| < \frac{\sqrt{S'_n(\varphi(x))}}{2\sqrt{h}} < \varepsilon \quad \text{pour } n \text{ assez grand,}$$

a, évidemment, lieu non seulement pour les polynomes de Tchébychef, mais pour toute suite fermée de fonctions $\varphi_k(x)$ ($k = 0, 1, 2, \dots$).

Il en résulte que *quelle que soit la suite fermée de fonctions $\varphi_k(x)$, orthogonales et normales, on peut toujours choisir un nombre h , assez petit, et un entier $n = n_0$, assez grand, tels qu'on ait, pour toute fonction $\varphi(x)$ continue dans (a, b) ,*

$$(11) \quad \left| \varphi(x) - \sum_{k=0}^n A_k \Phi_k(x, h) \right| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$\Phi_k(x, h_0) = \frac{1}{2h} \int_{x-h}^{x+h} \varphi_k(x) dx,$$

$$A_k = \int_a^b p(x) \varphi(x) \varphi_k(x) dx.$$

Ce théorème général renferme une infinité de propositions relatives à la représentation approchée des fonctions continues à l'aide de suites finies de fonctions données $\varphi_k(x)$ formant un système fermé.

Considérons, par exemple, la suite de fonctions

$$(\alpha) \quad \varphi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}, \quad \varphi_k(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cos kx,$$

ou celle de fonctions

$$(\beta) \quad \varphi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}, \quad \varphi_k(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sin kx.$$

L'analyse précédente fournit l'un des moyens les plus simples pour s'assurer que *chacune de ces suites est fermée*.

Appliquant le théorème général aux fonctions (α) et (β) , on arrive tout de suite aux inégalités, ayant lieu pour toute fonction $\varphi(x)$ continue dans l'intervalle $(0, \pi)$,

$$(12) \quad \left| \varphi(x) - a_0 - \sum_{k=1}^n \frac{\sin kh}{kh} a_k \cos kx \right| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

et

$$(13) \quad \left| \varphi(x) - \sum_{k=1}^n \frac{\sin kh}{kh} b_k \sin kx \right| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \varphi(x) dx, \quad a_k = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \varphi(x) \cos kx dx,$$

$$b_k = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \varphi(x) \sin kx dx.$$

On arrive ainsi d'une manière fort simple aux inégalités (12) et (13), dont la première a été établie par un autre procédé, beaucoup plus compliqué, dans mon Mémoire «Sur la théorie des séries trigonométriques» (Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1903).

Si nous supposons, pour le second exemple, que $\varphi_k(x)$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) soient les polynômes de Tchébychef correspondant à une fonction quelconque $p(x)$, positive dans (a, b) , nous obtiendrons une infinité des polynômes $P_n(x)$ satisfaisant à l'inégalité (1) (Voir mon Mémoire cité «Sur la théorie de fermeture etc.», n° 17, p. 28 etc.).

5. Dans mon Mémoire «Sur la théorie des séries trigonométriques» (Cracovie, 1903) j'ai trouvé la condition nécessaire de convergence de la série de Fourier ainsi que sa somme en tout point où elle converge.

Les recherches précédentes permettent d'établir d'une manière beaucoup plus simple les résultats que je viens de rappeler.

En effet, l'équation (9) conduit tout de suite à la suivante

$$(14) \quad \frac{1}{4h^2} \int_{x-h}^{x+h} d\xi \int_{\xi-h}^{\xi+h} \varphi(z) dz = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \frac{1}{4h^2} \int_{x-h}^{x+h} d\xi \int_{\xi-h}^{\xi+h} \varphi_k(z) dz,$$

ayant lieu pour toute fonction $\varphi(x)$, intégrable dans (a, b) , et pour toute valeur positive de h ne surpassant pas un certain nombre h_0 , assez petit.

Il suffit d'appliquer cette équation générale aux fonctions (α) et (β) pour arriver aux résultats dont il s'agit.

Remarquons, en profitant de l'occasion, que les propositions analogues restent aussi vraies pour une classe de fonctions, beaucoup plus étendue.

Supposons que pour tout point x , pris à l'intérieur de l'intervalle (a, b) , les extrémités étant exclues, les fonctions $\varphi_k(x)$, formant un système fermé, soient susceptibles (au moins pour les valeurs assez grandes de k) de la forme

$$(\delta) \quad \varphi_k(x) = \alpha_k \cos \lambda_k x + \frac{\theta_k(x)}{k},$$

où

$$\lambda_k = ak^\beta, \quad |0_k(x)| < M, \quad |\alpha_k| < N,$$

a, β, M, N étant des nombres indépendants de k .

Dans ce cas l'équation (14) peut s'écrire

$$(15) \quad \frac{1}{4h^2} \int_{x-h}^{x+h} d\xi \int_{\xi-h}^{\xi+h} \varphi(z) dz = \sum_{k=0}^{\infty} B_k \frac{\sin^2 \lambda_k h}{\lambda_k^2 h^2} \cos \lambda_k x + \frac{1}{4h^2} \int_{x-h}^{x+h} d\xi \int_{\xi-h}^{\xi+h} \Psi(z) dz,$$

où l'on a posé

$$\Psi(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{A_k \theta_k(x)}{h}, \quad B_k = A_k \alpha_k,$$

$\Psi(x)$ étant une fonction continue dans tout intervalle (α, β) , situé à l'intérieur de (a, b) .

Il est aisé de comprendre que la convergence de la série

$$(16) \quad \sum_{k=0}^{\infty} B_k \cos \lambda_k x,$$

en un point quelconque x , représente la condition nécessaire et suffisante de la convergence de la série

$$(17) \quad \sum_{k=0}^{\infty} A_k \varphi_k(x).$$

Or, si la série (16) converge, on a nécessairement ¹

$$\lim_{h=0} \sum_{k=0}^{\infty} B_k \frac{\sin^2 \lambda_k h}{\lambda_k^2 h^2} \cos \lambda_k x = \sum_{k=0}^{\infty} B_k \cos \lambda_k x.$$

Ces remarques suffisent pour établir le théorème suivant:

La convergence de l'intégrale

$$\frac{1}{4h^2} \int_{x-h}^{x+h} d\xi \int_{\xi-h}^{\xi+h} \varphi(z) dz$$

¹ Voir mon Mémoire « Sur les expressions asymptotiques etc. ». Communications de la Soc. math. de Kharkow, 1907, p. 69 etc.

vers une limite déterminée représente la condition nécessaire de convergence de la série

$$\sum_{k=0}^{\infty} A_k \varphi_k(x)$$

en un point quelconque x , situé à l'intérieur de l'intervalle donné (a, b) , pour toute suite fermée de fonctions $\varphi_k(x)$ satisfaisant à la condition (2).

La même équation (15) conduit ensuite à cette proposition générale:

Si la série (17) converge en un point quelconque x , situé à l'intérieur de (a, b) , sa somme est nécessairement égale à

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{1}{4h^2} \int_{x-h}^{x+h} d\xi \int_{\xi-h}^{\xi+h} \varphi(z) dz,$$

quelle que soit d'ailleurs la fonction $\varphi(x)$, intégrable dans (a, b) .

Ces théorèmes généraux s'appliquent, en particulier, à toute suite de fonctions de Sturm-Liouville, aux polynômes de Jacobi ainsi que à plusieurs autres systèmes de fonctions $\varphi_k(x)$ et conduisent à un grand nombre des propositions importantes concernant le problème du développement des fonctions arbitraires en séries procédant suivant les fonctions dites fondamentales.

L'avantage essentiel de la méthode indiquée, fondée sur la théorie de fermeture, consiste en ce qu'elle non seulement rend les raisonnements fort simples, mais permet encore d'éviter, dans certains cas, l'usage des expressions asymptotiques pour les extrémités de l'intervalle (a, b) , où elles perdent parfois leur sens.

6. Faisons encore, en terminant, la remarque suivante.

Il a été connu depuis longtemps que l'équation de fermeture fournit un moyen fort simple du calcul de la limite inférieure (ou supérieure) précise du rapport de certaines intégrales définies.

C'est précisément ce moyen que j'ai employé, pour le but considéré, en 1897 dans mon travail «Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les fonctions harmoniques» (Communic. de la soc. mathém. de Kharkow, 1897, pp. 45—57, en russe)¹.

¹ La même méthode a été employée, pour le but analogue, de même en 1897, mais un peu plus anparavant, par M. Liapounoff. (Voir à cet égard son Mémoire «Problème de minimum etc.», Mém. de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg, Cl. Ph. M., VIII s., T. XXII, n° 5, 1908, p. 41).

Mais dans mon Mémoire «Problème de refroidissement d'une barre hétérogène», publié quatre ans après (en 1901) dans les Annales de Toulouse, j'ai fait usage d'une autre méthode pour trouver la limite inférieure précise du rapport

$$\frac{\int_a^b u'^2 dx}{\int_a^b u^2 dx}, \quad u = 0 \quad \text{pour} \quad x = a, \quad x = b.$$

C'est seulement parce que la démonstration élémentaire de la fermeture des fonctions (α) [ou (β)] m'a été inconnue que j'ai renoncé alors à la méthode fondée sur la théorie de fermeture.

A présent, la fermeture des fonctions (α) étant déduite immédiatement de l'inégalité (B), la démonstration des théorèmes, énoncés au n° 10 et 11 du Mémoire cité ainsi que de plusieurs autres de la même espèce, peut être rendue moins artificielle et même encore plus simple.

Le lecteur trouvera cette démonstration dans les raisonnements du n° 12 de mon travail cité plus haut (Communic. de la soc. mathém. de Kharkow, 1897), en les appliquant au cas particulier d'une seule variable.

Новыя изданія Императорской Академіи Наукъ.

(Выпущены въ свѣтъ въ февралѣ 1916 года).

13) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія. (Bulletin VI Série). 1916. № 3, 15 февраля. Стр. 99—200. Съ 1 табл. 1916. lex. 8°. — 1615 экз.

14) Труды Радіевой Экспедиціи Императорской Академіи Наукъ. № 5. В. Критскій. О монашговыхъ розсыпяхъ р. Санарки. (1 + 5 стр.). 1916. lex. 8°. — 415 экз. Цѣна 15 коп.; 15 сор.

15) Труды Радіевой Экспедиціи Императорской Академіи Наукъ. № 7. Е. Бурксеръ. Объ опредѣленіи радіоактивности грязей и горныхъ породъ. (1 + 9 стр.). 1915. lex. 8°. — 415 экз. Цѣна 20 коп.; 20 сор.

16) Бюро Международной Библіографіи при Императорской Академіи Наукъ. Дополнительный списокъ періодическихъ изданій, изъ которыхъ извлекается научная литература по естествознанію и математикѣ. Приложение I къ основному списку, изданному въ 1914 г. (II + 28 стр.). 1916. 4°. — 415 экз. Въ продажу не поступаетъ.

17) Описанія Русскихъ рукописныхъ собраній. Выпускъ 2-й. О. А. Маргинсонъ. Указатель къ каталогу хранящагося въ Императорской Публичной Библіотекѣ собранія славяно-русскихъ рукописей Н. Д. Богданова. Изданіе Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ. (III + 189 + 1 стр.). 1916. lex. 8°. — 515 экз. Цѣна 1 руб.; 1 rubl.

Оглавление. — Sommaire.

	СТР.	PAG.
Александръ Пвановичъ Воейковъ. Некрологъ. Читанъ М. А. Рыка- чевымъ. (Съ портретомъ)	201	*A. I. Voejkov. Nécrologie. Par M. A. Rykačev. (Avec portrait) 201
Доклады о научныхъ трудахъ:		Comptes-Rendus:
С. Θ. Дмитриевъ. Къ циклу развитія <i>Phyl- lachora Podagrariae</i> (Roth) Fockel и <i>Septoria Chelidonii</i> Desm.	211	*S. F. Dmitriev. Sur le cycle évolutif de <i>Phyllachora Podagrariae</i> (Roth) Fu- ckel et <i>Septoria Chelidonii</i> Desm. 211
В. Ч. Дорогостайскій. Матеріалы для кар- цинологической фауны оз. Байкала.	211	*V. C. Dorogostajskij. Contribution à la faune carcinologique du lac Baïkal 211
Кн. Б. Б. Голицынъ. Освобожденіе экспе- дицій Вилькицкаго отъ льдовъ въ связи съ синоптическимъ харак- теромъ зимы и лѣта 1915 года	213	*Prince B. Galitzine (Golicyn). La déli- vrance de l'expédition Vil'kicikij dans les glaces polaires et le caractère synoptique de l'hiver et de l'été 1915. 213
Статьи:		Mémoires:
*В. А. Стенловъ. Къ теоріи замкнутости	219	W. Stekloff (V. Steklov). Sur la théorie de fermeture 219
Н. И. Андрусовъ. Трубки червей изъ се- мейства <i>Amphictenidae</i> въ русскомъ миоценѣ. (Съ 1 таблицей)	227	*N. I. Andrusov. Sur les tubes des annélides de la famille des <i>Amphicténides</i> du miocène russe. (Avec 1 planche) 227
Н. Я. Марръ. Яфетическіе элементы въ языкахъ Арменіи. IX	233	*N. J. Marr. Les éléments japhétiques dans les langues de l'Arménie. IX 233
А. А. Марковъ. Объ одномъ примѣненіи статистическаго метода	239	*A. A. Markov. Sur une application de la méthode statistique 239
С. К. Костинскій. Графическій способъ вычисленія постоянныхъ на астро- фотографическихъ снимкахъ. (Съ 2 таблицами)	243	*S. K. Kostinskij. Une méthode graphique du calcul des constantes sur les eli- chés astrophotographiques. (Avec 2 planches) 243
В. И. Палладинъ и Е. И. Ловчиновская. Вліяніе спирта и метиленовой синьки на выдѣленіе углекислоты убитыми дрожжами	253	*V. Palladin et E. Lovcinovskaja. Influence de l'alcool et du bleu de méthylène sur le dégagement de l'acide carbo- nique par la levûre tuée 253
*В. А. Стенловъ. Нѣсколько дополнитель- ныхъ замѣчаній, относящихся къ теоріи замкнутости	257	W. Stekloff (V. Steklov). Quelques re- marques complémentaires relatives à la théorie de fermeture 257
Новыя изданія	266	*Publications nouvelles. 266

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Февраль. 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

1916.

4505

NOV 29 1916

№ 5.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

15 МАРТА.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

15 MARS.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI série) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое іюня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенія въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимается на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могуція, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти оттисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать оттиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ оттисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ оттисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учрежденіямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и допущенному Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у коммиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

ИЗВЛЕЧЕНІЯ

ИЗЪ ПРОТОКОЛОВЪ ЗАСѢДАНІЙ АКАДЕМІИ.

ОБЩЕЕ СОБРАНІЕ.

I засѣданіе, 9 января 1916 года.

Министръ Народнаго Просвѣщенія циркуляромъ отъ 3 декабря 1915 года за № 3429 сообщилъ гг. Попечителямъ учебныхъ округовъ и Начальникамъ учреждений, непосредственно подчиненныхъ Министерству Народнаго Просвѣщенія слѣдующее:

«Императорское Общество ревнителей исторіи, въ виду успѣха выставки текущей войны, устроенной съ Высочайшаго соизволенія въ Петроградѣ съ 24 іюня по 8 сентября 1915 г., постановило незамедлительно приступить къ учрежденію при Обществѣ музея нѣмѣйшей великой войны.

«Велѣдствіе сего и ходатайства названнаго Общества покорнѣйше прошу Ваше Превосходительство сдѣлать распоряженіе по подвѣдомственнымъ Вамъ учреждениямъ о крайней желательности доставленія въ упомянутый Музей предметовъ, характеризующихъ отраженіе войны на учебномъ дѣлѣ; таковыя свѣдѣнія и предметы будутъ сосредоточены въ особомъ отдѣлѣ «Школа и народное просвѣщеніе».

«За всѣми ближайшими справками и указаніями надлежитъ обращаться къ зампѣстителю Предсѣдателя Императорскаго Общества ревнителей исторіи Михаилу Константиновичу Соколовскому (Петроградъ, Вас. Остр., 10 лин., д. № 23).

Положено послать Обществу Отчеты Академіи за 1914 и 1915 гг.

Попечительство о трудовой помощи, состоящее подъ Августѣйшимъ покровительствомъ Ея Императорскаго Величества Государыни Императрицы Александры

Оеодоровны отношеніемъ отъ 2 декабря 1915 года за № 6150 просило редакцію «Извѣстій» Академіи напечатать въ ближайшей книжкѣ «Извѣстій» сообщеніе Комитета Попечительства о трудовой помощи о присужденіи преміи Августѣйшаго Имени Ея Императорскаго Величества Гоеударыни Императрицы Александры Оеодоровны за сочиненія по вопросамъ призрѣнія бѣдныхъ и благотворительности, представленныя на конкурсъ 1914 года, съ слѣдующимъ епискомъ темъ, предложенныхъ Комитетомъ къ предстоящему въ 1918 году конкурсу на означенныя премія:

1) «Что такое трудовое воспитаніе и какъ оно должно быть организовано въ учрежденіяхъ дѣтскаго призрѣнія».

2) «Война и общественная помощь».

3) «Материнство и трудовая помощь».

4) «Посредничество въ дѣлѣ предложенія труда и спроса на трудъ».

При этомъ Комитетъ указалъ на основаніи § 25 Высочайше утвержденныхъ 6 іюня 1901 года правилъ о преміяхъ, что срокъ для представленія сочиненій на соисканіе премій назначенъ на 1 мая 1918 года.

Преміи присуждаются: одна большая въ размѣрѣ 2000 руб. и три малыя — первая въ 1000 руб., а остальные двѣ — по 750 руб.

Къ соисканію премій допускаются какъ рукописныя, такъ и напечатанныя въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ до закрытія конкурса сочиненія, которыя имѣютъ своимъ предметомъ разработку вопросовъ о призрѣніи бѣдныхъ, о благотворительности и мѣропріятіяхъ, направленныхъ къ улучшенію условій труда и быта нуждающихся, съ теоретической или практической точекъ зрѣнія, въ особенности въ отношеніи къ Россіи, изученіе исторіи, статистики и законодательства по указаннымъ отраслямъ и т. п.

Комитетъ Попечительства предлагаетъ на соисканіе преміи темы. Сочиненія, написанныя на свободно избранныя темы, принимаются къ соисканію вмѣстѣ съ сочиненіями на предложенныя темы; симъ послѣднимъ, при равныхъ достоинствахъ, отдается, однако, преимущество.

Сочиненія, которыя уже получили какую-либо награду отъ другого учрежденія, не лишаются права быть удостоенными преміи отъ Комитета Попечительства о трудовой помощи.

Сочиненія къ соисканію премій доставляются въ Канцелярію Комитета Попечительства о трудовой помощи (Надеждинская, 41, кв. 2), отъ 2 до 5 час. дня.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Общество защиты и сохраненія въ Россіи памятниковъ искусства и старины (Спаская, 9) отношеніемъ отъ 24 ноября 1915 года за № 49 сообщило въ Академію:

«15 декабря 1915 года въ 9 час. вечера въ Маломъ Конференцъ-залѣ Императорской Академіи Наукъ Обществомъ защиты и сохраненія въ Россіи памятниковъ

пекусетва и старины устранивается заседание въ память почившаго секретаря Общества барона П. П. Врангеля, на которомъ будетъ прочтаны рядъ докладовъ, разносторонне характеризующихъ научную и художественную дѣятельность покойнаго.

«Увѣдомляя объ изложенномъ, Совѣтъ Общества, по порученію Августѣйшаго Председателя Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Николая Михайловича, просить почтить это заседание своимъ присутствіемъ членовъ Императорской Академіи Наукъ и ея служащихъ».

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что съ согласія Вице-Президента Обществу было предоставлено помѣщеніе и что означенное чествованіе памяти П. П. Врангеля состоялось въ Маломъ Конференцъ-залѣ 15 декабря, а также, что 19 декабря 1913 г.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Библіотека Университета въ Иллинойсѣ (The University of Illinois Library. Urbana, Illinois) письмомъ отъ 23 ноября н. ст. 1913 г. запросила Академію, не пожелаетъ ли Академія взаимно получаемыхъ ею изданій (до 1913 г. «University Studies», съ 1913 г. — «Studies in the Social Sciences») получать новую болѣе научную серію «Illinois Biological Monographs».

Положено передать для отвѣта Директору II Отдѣленія Библіотеки.

Избранный 29 декабря 1913 года въ члены-корреспонденты Академіи С. К. Костинскій прислалъ на имя Непремѣннаго Секретаря письмо съ изъясненіемъ глубокой благодарности за оказанное Академіей вниманіе къ его ученымъ заслугамъ.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Владимиръ Павловичъ Науменко при письмѣ отъ 13 декабря 1913 г. прислалъ въ Академію рукопись П. П. Огарева.

Директоръ I Отдѣленія Библіотеки доложилъ, что рукопись получена.

Положено благодарить жертвователя.

Непремѣнный Секретарь доложилъ дополнительный списокъ предметовъ, переданныхъ въ Императорскую Академію Наукъ изъ наслѣдства въ Божѣ почивающаго Августѣйшаго Президента, при чемъ проеинъ томъ переписки съ Вице-Президентомъ Л. П. Майковымъ передать въ Архивъ Конференцій, а остальное въ Рукописное Отдѣленіе.

Положено передать томъ переписки съ Л. П. Майковымъ въ Архивъ, остальные предметы — въ Рукописное Отдѣленіе, а списокъ напечатать во II приложеніи къ настоящему протоколу.

Рыбинское Отдѣленіе Ярославскаго Естественна-Историческаго Общества прислало въ даръ Академіи выпускъ 1 своихъ «Извѣстій» (Ярославль. 1913 г.) и просило о высылкѣ въ обменъ изданій Академіи.

Положено благодарить Рыбинское Отдѣленіе, книгу передать въ I Отдѣленіе Библіотеки и просить Рыбинское Отдѣленіе сообщить, какія изъ изданій Академіи Отдѣленіе желало бы получить.

II-е приложение къ протоколу I засѣданія Общаго Собранія Императорской Академіи
Наукъ 9 января 1916 года.

**Дополнительный списокъ предметовъ, переданныхъ въ Императорскую
Академію Наукъ на основаніи завѣщанія въ Божѣ почившаго Великаго
Князя Константина Константиновича.**

1) Переписка Великаго Князя съ писателями:

2 тома переписки съ А. А. Шеншинымъ-Фетомъ.

2 » » » Я. П. Полонскимъ.

1 томъ » » Н. Н. Страховымъ.

1 » » » Н. Н. Чайковскимъ.

1 » » » А. Н. Майковымъ.

1 » » » П. А. Гюичаровымъ.

1 » » » Л. Н. Майковымъ.

2) 7 черновыхъ тетрадей литературныхъ трудовъ Великаго Князя.

3) Связка ключей отъ 66 дневниковъ Великаго Князя.

Означенные предметы доставлены мною господину Непремѣнному Секретарю 9 декабря 1915 года, при чемъ, по его распоряженію, ключи отъ дневниковъ опечатаны печатью Императорской Академіи Наукъ и приняты мною на храненіе въ кассѣ Правленія, а одинъ ключъ отъ одной изъ черновыхъ тетрадей литературныхъ трудовъ принять на храненіе въ особомъ, незапечатанномъ пакетѣ.

Чиновникъ особыхъ порученій и казначей

Императорской Академіи Наукъ Вл. Рышковъ.

Удостоверяю:

Непремѣнный Секретарь Сергѣй Ольденбургъ.

ОТДѢЛЕНІЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ.

І засѣданіе, 20 января 1916 года.

Метеорологическая Обсерваторія Императорскаго Юрьевскаго Университета «заключивъ 50-лѣтіе своей дѣятельности и вступая 1 января новаго стиля 1916 г. въ 44-ый юистръ», прислала на имя Академіи привѣтствіе.

За Непремѣннаго Секретаря академикъ В. И. Вернадскій доложилъ, что за подписью Вице-Президента и Непремѣннаго Секретаря была 18 декабря за № 2459 послана привѣтственная телеграмма.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Тургайскій Губернаторъ отношеніемъ отъ 26 ноября 1915 г. за № 19820 уведомилъ Академію на № 2123, что соответствующія распоряженія чинамъ полиціи Высочайше ввѣренной ему области о принятіи мѣръ къ предупрежденію самовольныхъ раскопокъ остатковъ третичныхъ млекопитающихъ имъ одновременно съ нимъ сдѣланы.

Положено принять къ свѣдѣнію и сообщить академику Н. И. Андрусову.

Академикъ О. А. Баклундъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью О. Банахевича (Th. Banachiewicz) «Sur la résolution de l'équation de Gauss dans la détermination d'une orbite planétaire» (къ рѣшенію уравненія Гаусса при определеніи планетныхъ орбитъ).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ О. А. Баклундъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью М. Вильева «Изслѣдованіе траекторій свободно-падающаго въ пустотѣ тѣла» (M. Viljev. Recherches sur la trajectoire du corps libre tombant dans le vide).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ О. А. Баклундъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Г. А. Тихова «Продольный спектрографъ (Предварительное сообщеніе)» [G. A. Tikhoff (Tichov). Spectrographie longitudinal (Note préliminaire)].

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ О. А. Баклундъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью С. К. Костинскаго (S. K. Kostinskij) «Графическій способъ вычисления постоянныхъ на астрофотографическихъ снимкахъ» (Une méthode graphique du calcul des constantes sur les clichés astrophotographiques).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. Н. Карпинскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ», въ серіи «Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи 1900—1903 гг.» работу О. О. Баклунда «Кристаллическія породы ефвериаго побережья Таймырскаго полуострова» (H. Backlund. Les roches cristallines du littoral septentrional de la Sibirie. II. Les roches du littoral occidental de la presqu'île Tajmyr).

Къ статьѣ приложены карта, 6 таблицъ и 15 рисунковъ въ текствѣ.

Положено напечатать въ «Запискахъ», въ серіи «Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи 1900—1903 гг.».

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью А. Н. Крылова «О расчетѣ объективовъ, составленныхъ изъ двухъ линзъ» (A. N. Krylov. Sur le calcul des objectifs composés de deux lentilles).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. В. Заленскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Созрѣваніе и оплодотвореніе яйца *Salpa maxima-africana*» (La maturation et fécondation de l'oeuf de *Salpa maxima-africana*).

Къ статьѣ приложены 16 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. М. Лянуновъ [А. Liarounoff (Ліаринов)] доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Sur les équations qui appartiennent aux surfaces des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes d'un liquide homogène en rotation» (Объ уравненіяхъ, принадлежащихъ поверхностямъ производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія вращающейся жидкости).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ И. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи «Краткій отчетъ Б. П. Городкова о совершенной въ 1913 г. поездкѣ въ Липинскій край Тобольской губерніи» (Rapport préliminaire sur une excursion dans la contrée de Liarine du gouvernement Tobolsk en 1913).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. Н. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея», вып. XVI, статью В. Бротеруса, О. Кузенева и Н. Прохорова «Списокъ мховъ въ Амурской и Якутской областяхъ» (V. Brotherus, O. Kuzenova et N. Prochorov. Liste des mousses des provinces d'Amour et de Jakutsk).

Къ статьѣ приложены 7 таблицъ.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ Н. Н. Бородинъ просилъ разрѣшенія приложить къ ближайшему выпуску «Schedae ad Herbarium Florae Rossicae» таблицу, изображающую видъ ревеня.

Разрѣшено, о чемъ положено сообщить академику Н. Н. Бородину.

Академикъ В. Н. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Н. Шадлуна «О маржеляновскомъ «пахучемъ» доломитѣ» (N. Šadlun. Sur le dolomite fétide de Marjelan).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Л. Л. Иванова «Кальцитъ, кварцъ и прохлоритъ съ Кавказа» (L. L. Ivanov. Sur le calcite, quartz et prochlorite du Caucase).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью А. Шубникова «Къ вопросу о строеніи кристалловъ. I» (A. Šubnikov. Sur la structure des cristaux. I).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью профессора П. А. Земляченскаго «Фельдшпатизация известняковъ. I» (P. A. Zemřatčenskij. Sur la feldspathisation des calcaires. I).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Е. С. Федорова «Химическая сторона кристаллическаго строенія» (Le côté chimique de la structure cristalline).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія отдельной брошюрой работу О. Юна «Наставленіе къ собиранію термитовъ» (O. John. Instruction pour la collection des termites).

Положено напечатать отдельной брошюрой.

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью прапорщика А. В. Мартынова «Замѣтка о фаунѣ *Trichoptera* Крыма» (А. V. Martynov. Notice sur la faune des *Trichoptères* de la Crimée).

Къ статьѣ приложены 22 рисунка.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ Н. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью А. А. Бирули «Матеріалы по систематикѣ и географическому распространенію млекопитающихъ. VI. О расахъ *Otocolobus manul* (Pallas) и о положеніи его въ системѣ сем. *Felidae*» (А. Birula. Contribution à la classification et à la distribution géographique des mammifères. VI. Sur la position d'*Otocolobus manul* (Pallas) dans le système de la famille *Felidae* et sur ses races).

Къ статьѣ приложены 8 рисунковъ и 3 таблицы.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью В. Беклемішева «Рѣвничные черви, собранные летомъ 1915 г. въ Калужской губ.» (V. Beklemișev. Turbellaries, collectionnés dans le gouvernement de Kalouga, en été 1915).

Къ статьѣ приложены 12 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью М. Н. Павленко «*Gersemia askoldi* sp. n. изъ Северо-Японскаго моря» [M. N. Pavlenko. *Gersemia askoldi* sp. n. de la mer Japonaise septentrionale (Aleyonacea, Nephthyidae)].

Къ статьѣ приложены 3 таблицы.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью В. Редикорцева на англійскомъ языкѣ [Dr. V. Redikorzew (Redikoreev)] «*Diandrocarpa okai* nov. sp.» (*Diandrocarpa okai* nov. sp.).

Къ статьѣ приложенъ 1 рисунокъ.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ В. А. Стекловъ [W. Stekloff (V. Steklov)] доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Sur la théorie de fermeture» (Къ теоріи замкнутости).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. А. Стекловъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «О приближенномъ вычисленіи определенныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ (Сообщеніе первое)» [W. Stekloff (V. Steklov)] «Sur le calcul approché des intégrales définies à l'aide des quadratures dites mécaniques».

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. Н. Андрусовъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью А. П. Иванова «Фауна позвоночныхъ въ верхнесарматскихъ отложеніяхъ Ставропольской губерніи» (A. P. Ivanov. Sur la faune des vertébrés dans le sarmatique supérieur du gouvernement de Stavropol).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. Н. Андрусовъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью П. А. Православлева «Къ вопросу о плечевомъ поясе у *Elasmosaurus* Cope. (P. A. Pravoslavlev. Sur la question de cingulum extremitatis thoracicae d'*Elasmosaurus*).

Къ статьѣ приложена одна двойная (фотогеническая) таблица.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. И. Андрусовъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Трубки червей изъ сем. *Amphictenidae* въ русскомъ міоценѣ» (N. I. Andrusov. Sur les tubes des annélides de la famille des *Amphicténides* du miocène russe).

Къ статьѣ приложена 1 фотогеническая таблица.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью А. Благовѣщенскаго «Исслѣдованія надъ созрѣваніемъ сѣмянъ. I». (A. Blagovêščenskij. Recherches sur la maturation des graines. I.).

Къ статьѣ приложенъ 1 рисунокъ въ текстѣ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью В. Н. Палладина и Е. П. Ловчиновской. «Вліяніе спирта и метиленовой синьки на выдѣленіе углекислоты убитыми дрожками». (W. Palladin et E. Lovčinovskaja. Influence de l'alcool et du bleu de méthylène sur le dégagement de l'acide carbonique par la levûre tuée).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. П. Палладинъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью В. П. Палладина и Д. А. Сабинина. «Разложеніе молочной кислоты дрожжами. (W. Palladin et D. Sabinin. Sur la décomposition de l'acide lactique par la levûre trûée).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. П. Карпинскій заявилъ о просьбѣ членовъ Комиссіи по преподаванію математики въ средней школѣ выразить благодарность членамъ-корреспондентамъ Д. К. Бобылеву, А. П. Крылову и Н. Я. Цингеру, принимавшимъ участіе въ работахъ этой Комиссіи.

Положено выразить благодарность Д. К. Бобылеву, А. П. Крылову и Н. Я. Цингеру.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ свой трудъ «О радиоактивныхъ химическихъ элементахъ въ земной корѣ», напечатанный въ журналѣ «Практическая Медицина». Петроградъ 1915 г. т. III.

Положено передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ П. П. Андрусовъ довелъ до свѣдѣнія Отдѣленія, что онъ жертвуетъ Геологическому Отдѣленію Музея слѣдующіе предметы:

1) пантографъ Перрона, инструментъ для автоматическаго высверливанія рельефныхъ картъ по топографическимъ планшетахъ, стоимостью въ 1094 франка;

2) точный пантографъ для перечерчиванія картъ работы Отта, стоимостью около 300 марокъ и

3) гибкій валь, стоимостью около 30 марокъ. Приспособленный для пресловки окаменѣлости.

Отдѣленіе выразило академикъ П. П. Андрусову глубокую благодарность.

Академикъ П. П. Андрусовъ читаетъ:

«Геологическій и Минералогическій Музей Императорской Академіи Наукъ черезъ посредство Главнаго Гидрографическаго Управленія Морского Вѣдомства получилъ новые матеріалы по геологіи сѣвернаго побережья Сибири, собранные въ 1914—15 гг. докторомъ Л. М. Старокадомскимъ и другими членами Гидрографической Экспедиціи Сѣвернаго Ледовитаго Океана, состоявшей подъ начальствомъ флигель-адъютанта, капитана 2-го ранга Б. А. Вилькицкаго.

«Среди матеріаловъ (по изслѣдованію ученаго хранителя О. О. Баклунда) выделяются:

«1) Онкилониты и смежныя съ ними базальтовые породы со вновь открытаго острова ($\varphi = 76^{\circ}7'N$, $\lambda = 153^{\circ}1'E$) къ сѣверу отъ острова генерала Вилькицкаго.

«2) Рядъ метаморфическихъ породъ изъ западной береговой полосы полуострова Челюскина, отъ $76^{\circ}30'$ до $77^{\circ}33'$ сѣверной широты, слѣдовательно съ залива Толля на югъ до острововъ Ферилея на сѣверѣ; отсюда же можно отмѣтить образцы роговообманкового гранита съ контактными съ ними породами.

«3) Образцы сѣраго двуслюдяного гранита изъ области зимовки Русской Полярной Экспедиціи. Образцы этой породы отчасти собраны на морскомъ льду, въ значительномъ разстояніи отъ коренныхъ выходовъ (напр. подъ $76^{\circ}54'$ сѣверной широты и $100^{\circ}13'$ восточной долготы, между тѣмъ какъ наиболѣе выдвинутое на востокъ коренное мѣсторожденіе этого гранита, по матеріаламъ Русской Полярной Экспедиціи, находится подъ $77^{\circ}30'$ восточной долготы).

«4) Раковины (изъ гр. *Myatruncata* и другіе пластинчатожаберные и брюхоногіе моллюски) четвертичной морской трансгрессіи, найденные въ значительномъ разстояніи отъ сопременнаго морского берега, а именно съ «большого хребта», мѣстоположеніе котораго ближе не указано, и съ праваго берега р. Нясны, въ разстояніи 250 миль отъ берега. На первомъ изъ указанныхъ двухъ мѣстонахожденій найдены, кромѣ того, обломки бураго угля (лигнита) и черныи и полосатыи доломитовыи известняки. Четвертичныя остатки съ р. Нясны имѣютъ отчасти характеръ «иматровскихъ камней».

«Въ виду того, что въ настоящее время закончена обработка геологическаго матеріала Русской Полярной Экспедиціи, касающагося именно этихъ частей сѣвернаго сибирскаго побережья и поутушившіи пылъ матеріалъ изъ полосы береговой вполне подтверждаетъ выводы, къ которымъ пришелъ О. О. Баклундъ при обработкѣ матеріала, тонокоритѣйше прошу Академію, не найдетъ ли она возможнымъ войти въ сношеніе съ Главнымъ Гидрографическимъ Управленіемъ Морского Вѣдомства о предоставленіи О. О. Баклунду временно, если возможно даже до окончательной выработки картографическихъ матеріаловъ Гидрографической Экспедиціи, съемки западнаго побережья полуострова Челюскина, въ масштабѣ карты Таймыра, уже опубликованной по съемкамъ 1913 года, отъ мыса Челюскина до залива Толля, дабы онъ могъ включить эту исправленную береговую линію съ геологическими датами Гидрографической Экспедиціи въ печатающую карту распределенія горныхъ породъ этой части сибирскаго побережья.

«Вмѣстѣ съ тѣмъ прошу Академію выразить Главному Гидрографическому Управленію и доктору Л. М. Старокадомскому благодарность за тщательно собранный и этикетированный матеріалъ».

Положено возбудить соответствующее ходатайство предъ Главнымъ Гидрографическимъ Управленіемъ и благодарить названное Управленіе и доктора Л. М. Старокадомскаго.

II ЗАСѢДАНІЕ, 3 ФЕВРАЛЯ 1916 ГОДА.

Непрежѣнный Секретарь доложилъ, что 28 января въ Петроградѣ скончался на 74 году жизни членъ-корреспондентъ Академіи по разряду физическому (съ 29 декабря 1910 года) Александръ Ивановичъ Воейковъ.

Некрологъ покойнаго читалъ академикъ М. А. Рыкачевъ.

Память покойнаго почтена вставаніемъ.

Положено напечатать некрологъ, съ портретомъ А. И. Воейкова, въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ О. А. Баклундъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью на англійскомъ языкѣ: O. Backlund. «Formula for determining periods from observations of periodical phenomena». (Простыя формулы для гармоническихъ изслѣдованій).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. В. Заленскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Сегментация яйца *Salpa fusiformis*» (V. Zalenskij. Segmentation des oeufs de *Salpa fusiformis*).

Къ статьѣ приложено 12 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью С. О. Дмитріева «Къ циклу развитія *Phyllachora Podagrariae* (Roth) Fuckel и *Septoria Chelidonii* Desm.» [S. F. Dmitriev. Sur le cycle évolutif de *Phyllachora Podagrariae* (Roth) Fuckel et *Septoria Chelidonii* Desm.].

Къ статьѣ приложено 6 рисунковъ на 1 таблицѣ.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ В. И. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Е. С. Федорова «Основной законъ кристаллохиміи» (E. S. Fedorov. La loi fondamentale de la crystallochimie).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. И. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Е. С. Федорова «Результаты первой стадіи экспериментальнаго изслѣдованія структуры кристалловъ» (E. S. Fedorov. Premiers résultats de l'étude expérimentale de la structure des cristaux).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью В. П. Мейснера «Рыбный промыселъ въ Семіріченской области и его возможное будущее».

Положено согласно постановленію ОС. напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью Н. П. Суцлинскаго «Руды вольфрама и олова въ Россіи».

Къ статьѣ приложены 3 рисунка и 3 таблицы.

Положено напечатать статью въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» согласно постановленію ОС. въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью Е. В. Еремѣева «Соединенія барія въ Россіи».

Къ статьѣ приложенъ 1 рисунокъ.

Положено согласно постановленію ОС. напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью В. Л. Комарова «Что сдѣлано въ Россіи въ 1913 году по культурѣ лекарственныхъ растений».

Положено согласно постановленію ОС. напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью В. Г. Хлопина «Литій и его соединенія, ихъ техническое примѣненіе и нахожденіе въ русскихъ минералахъ».

Положено согласно постановленію ОС. напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Академикъ П. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея» статью В. Ч. Дорогостайскаго «Къ распространенію и образу жизни дикихъ барановъ и козловъ въ Северозападной Монголіи» (V. Č. Dorogostajskij. Contributions à la connaissance de la distribution et du

genre de vie des moutons et des chèvres sauvages de la Mongolie septentrionale-occidentale).

Къ статьѣ приложено 6 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ» Отдѣленія статью В. Ч. Дорогостайскаго: «Матеріалы для карцинологической фауны озера Байкала» (V. Č. Dorogostajskij. Contributions à la faune carcinologique du lac Baïcal).

Къ статьѣ приложены 2 таблицы.

Положено напечатать въ «Запискахъ» Отдѣленія.

Академикъ В. А. Стекловъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью W. Stekloff (V. Steklov) «Quelques remarques complémentaires relatives à la théorie de fermeture» (Нѣсколько дополнительныхъ замѣчаній, относящихся къ теоріи замкнутости).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. П. Андрусовъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью А. А. Борисяка «О зубномъ аппаратѣ индрикотерія» (A. A. Borisjak. Sur l'appareil dentaire du genre Indricotherium).

Къ статьѣ приложено 4 рисунка.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью В. Арциховскаго и О. Шелякина: «Дѣйствіе крѣпкихъ растворовъ ядовитыхъ веществъ на растительныя клетки» (V. Arceichovskij et F. Šeljakin. Action des solutions concentrées des substances toxiques sur les cellules végétales).

Къ статьѣ приложены 1 рисунокъ и 1 цвѣтная таблица.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Палладинъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Вліяніе среды на протеолитическіе ферменты растений» (W. I. Palladin. Influence du milieu sur les ferments protéolitiques des plantes).

Къ статьѣ приложенъ 1 рисунокъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ читалъ докладъ «Освобожденіе отъ льдовъ экваторіи Вилькицкаго, въ связи съ синоптическимъ характеромъ зимы и лѣта 1915 г.»

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ представилъ Отдѣленію слѣдующіе выпуски Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи и филиальныхъ Обсерваторій за 1914 годъ:

Изданія Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

I. 2-ой выпускъ Лѣтописей, содержащій наблюденія метеорологическихъ станцій сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи надъ атмосферными осадками, грозами, снѣговымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ.

II. Вполнѣ окончено печатаніемъ и выйдетъ завтра 4-ый выпускъ Лѣтописей, въ который вошли подробныя таблицы наблюденій 62 станцій II разряда сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Изданія Иркутской Магнитно-Метеорологической Обсерваторіи.

III. 2-ой выпускъ Лѣтописей, содержащій наблюденія метеорологическихъ станцій сѣти Иркутской Обсерваторіи надъ атмосферными осадками, грозами, снѣговымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ.

IV. 4-ый выпускъ Лѣтописей, содержащій подробныя таблицы метеорологическихъ наблюденій метеорологическихъ станцій сѣти Иркутской Обсерваторіи по международной системѣ станцій II разряда.

Изданія Екатеринбургской Магнитно-Метеорологической Обсерваторіи.

V. 1-ый выпускъ Лѣтописей, содержащій наблюденія Екатеринбургской Обсерваторіи.

VI. 5-ый выпускъ Лѣтописей, содержащій дополнителныя наблюденія станцій II разряда сѣти Екатеринбургской Обсерваторіи.

Изданіе Владивостокской Метеорологической Обсерваторіи.

VII. Всѣ выпуски (въ одномъ томѣ) Лѣтописей, содержащіе наблюденія метеорологическихъ станцій района Владивостокской Обсерваторіи.

Изданіе Тифлисской Физической Обсерваторіи.

VIII. 4-ый выпускъ Лѣтописей, содержащій подробныя таблицы наблюденій метеорологическихъ станцій сѣти Тифлисской Обсерваторіи по международной системѣ станцій II разряда.

«Печатаніе остальныхъ выпусковъ Лѣтописей задержано по обстоятельствамъ военнаго времени, но въ настоящее время приняты всѣ мѣры къ ускоренію выхода въ свѣтъ этихъ выпусковъ.

«Какъ я уже имѣлъ честь доложить Отдѣленію, надѣюсь достигнуть такого порядка, что Лѣтописи за отчетный годъ выпускаются въ свѣтъ не позже конца слѣдующаго года. Предполагаю, что въ серединѣ будущаго года выйдутъ Лѣтописи

за 1912 и 1913 гг. и этимъ окончательно заполнится образовавшійся пробѣлъ въ печатаніи «Лѣтописей».

Положено принять къ свѣдѣнію, отмѣтивъ скорость выхода выпусковъ «Лѣтописей» Обсерваторіи.

III ЗАСѢДАНІЕ, 17 ФЕВРАЛЯ 1916 ГОДА.

Академикъ А. А. Марковъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью: «Объ одномъ примѣненіи статистическаго метода» (A. A. Markov. Sur une application de la méthode statistique).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. В. Заленскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «О зародышевыхъ листьяхъ салпа» (V. V. Zalenskiĭ Sur les feuilles embryonnaires des Salpes).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ О. А. Баклундъ заявилъ объ открытіи адьюнкты-астрономомъ Г. П. Пеуишнымъ въ Обсерваторіи въ Симензѣ въ Крыму новой 4-ой кометы (11-ой величины).

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ читалъ:

«Въ отчетѣ о дѣятельности Академіи за 1915 г. на страницѣ 260 въ перечнѣ ученыхъ трудовъ персонала Обсерваторіи подъ № 9 ошибочно приведена статья А. В. Вознесенскаго: «Вліяніе метеорологическихъ факторовъ на безпроводное телеграфированіе». Такъ какъ статья эта не принадлежитъ директору Прутской Обсерваторіи А. В. Вознесенскому, а постороннему Обсерваторіи лицу, то она должна быть выключена изъ списка трудовъ персонала Обсерваторіи, о чемъ покорнѣе прошу указать въ протоколахъ Конференціи и въ извлеченіяхъ изъ протоколовъ, печатающихся въ «Извѣстіяхъ» Академіи».

Положено напечатать въ извлеченіяхъ изъ протоколовъ въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. П. Андрусовъ представилъ Отдѣленію Томъ I (6 №№) «Геологическаго Вѣстника», издаваемый группой геологовъ подъ общей его редакціей. Въ этомъ журналѣ помѣщены слѣдующія статьи его: «Вулканическія явленія аншеронскаго вѣка» (№ 2), «Онконды и стратонды» (№ 3), «Стратиграфическая схема Аншеронскаго полуострова», и рядъ рефератовъ.

Положено принять къ свѣдѣнію, а книги передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

ОТДѢЛЕНІЕ РУССКАГО ЯЗЫКА И СЛОВЕСНОСТИ.

ХІІІ засѣданіе, 3 октября 1915 года.

Представительство Отдѣленія въ Комисіи по охраненію памятниковъ положено усилить избраніемъ въ нее акад. В. П. Перетца, о чемъ и сообщить г. Непремѣнному Секретарю.

Акад. В. П. Перетцъ сдѣлалъ нижеслѣдующее заявленіе:

«Во время лѣтней поѣздки въ Кіевъ, мною при участіи и сотрудничествѣ нѣкоторыхъ студентовъ Университета была описана библіотека Выдубицкаго монастыря, собственно — рукописи и старопечатныя славянскія книги, вышедшія въ свѣтъ до 1800 года. Одновременно изъ рукописей, принадлежащихъ другимъ библіотекамъ г. Кіева были сдѣланы извлеченія; полагая, что какъ та, такъ и другая часть работы могли бы быть полезны историкамъ древней русскоѣ литературы, я намѣренъ вынести въ свѣтъ отчетъ о поѣздкѣ».

ХІV засѣданіе, 19 октября 1915 года.

Акад. В. П. Перетцъ сообщилъ слѣдующее:

«Магистрантъ Кіевского Университета В. П. Адріанова проситъ меня передать въ даръ Отдѣленію русск. яз. и слов. Имп. Академіи Наукъ прилагаемые при семъ документы, пріобрѣтенные ею въ Кіевѣ у книжниковъ. Документы эти относятся къ ХVІІІ в., а нѣкоторые — печатные — листки ХІХ в. Повидимому, эти документы ведутъ происхожденіе изъ какого то разореннаго архива, возможно — губернскаго Кіевского. 18 октября 1915».

Положено благодарить В. П. Адріанову, а документы передать въ Рукописный Отдѣлъ Библіотеки.

ХV засѣданіе, 7 ноября 1915 года.

Д. К. Зеленинъ обратился къ Отдѣленію съ слѣдующей просьбой:

«Въ предстоящемъ 1916-мъ году я хотѣлъ бы напечатать начатую мною четыре года тому назадъ и теперь законченную работу подъ заглавіемъ: «Штетеная оубъ (лапти) у русскаго народа и его сосѣдей».

«Многочисленные виды русской плетеной обуви (напр.: коверзин, чухорин, лапти пятёрные, шпаные, истрепкѣе, лапти съ ушниками, съ опушикомъ, частоковырчатые, «татарекіе»; лапти на колодкахъ, подшитые; ступин, чуши; лапти изъ весьма разнообразнаго матеріала) до сихъ поръ не изучены. Даже самыя типы русскаго лапотнаго плетенія не описаны, и это древнѣйшее искусство грозитъ вымереть, не замѣченное русскою этнографіей.

«Русская терминологія лапотнаго дѣла весьма богата и любопытна для языковѣдовъ. Упомяну хотя бы названія: вѣрзин, коверзин; ввратъ, вратъ, ковырѣть; кочетокъ, кочедыкъ, коточикъ, котачъ, калачикъ: чухорин, чухин, чуин; обѣры, заборсѣть; похлопин; лапотныя стрѣки. Безъ изслѣдованія соответствующихъ предметовъ, эта терминологія (которой въ моемъ трудѣ посвящена особая глава) не можетъ быть вполне выяснена и въ языковомъ отношеніи.

«Наконецъ, современная картина географическаго распространенія разныхъ видовъ плетеной обуви отражаетъ, до известной степени, картину географическаго распредѣленія разныхъ племенъ въ глубокой древности, когда народное искусство плетенія только еще развивалось.

«Я не могу теперь же представить въ Отдѣленіе рукописей своей работы: она еще на-бѣло не переписана, и прежде переписки потребуется изготовить до сорока рпеушковъ (виды лаптей, типы плетенія, орудія работы) съ предметомъ изъ собранной мною и мнѣ принадлежащей лапотной коллекціи. Если Отдѣленіе найдетъ возможнымъ принять мою работу для напечатанья въ «Сборникѣ», то я обязуюсь представить совершенно готовую къ печати рукопись не позднѣе какъ черезъ мѣсяць.

«Размѣръ работы: около 20-ти печатныхъ листовъ и до 40 мелкихъ рпеушковъ, которые могутъ быть собраны въ десять особыхъ таблицъ. Ноябрь 1915 года».

Положено имѣть сужденіе при составленіи Типографскою смѣты на 1916 годъ.

Студентъ С. А. Ереминъ представилъ въ собственность Академіи вывезенные имъ изъ Череповецкаго уѣзда: 1) Канонникъ, печати. 2) Евангеліе отъ Матвея на корельскомъ языкѣ и 3) Два столбца 1700 года.

Положено передать ихъ въ Библіотеку, а г. Еремина благодарить.

А. П. Мацкевичъ прислалъ въ даръ Академіи два своихъ рукописныхъ стихотворенія: «Памяти убитаго корнета Князя Олега Константиновича» и «Къ открытію памятника Императору Александру III въ Москвѣ».

Положено благодарить.

А. М. Шейнъ-Фогель прислалъ три своихъ печатныхъ труда: «Къ реформѣ орфографіи. Открытое письмо всѣмъ педагогамъ по поводу изыятія нѣкоторыхъ буквъ изъ русскаго алфавита» (Тифлисъ, 1904), «Русская грамматика обработанная на новыхъ началахъ старо-давняго пропедагоженія. Фонетика или Тонетика» (Тифлисъ, 1907) и «Міровая и международная азбука въ трехъ шрифтахъ и между-

народные склады» (Тифлисъ, 1913), а также свою обстоятельную записку (въ рукописномъ видѣ) съ изложеніемъ результатовъ своихъ наблюденій надъ русскимъ письмомъ.

Положено благодарить автора за присылку книгъ и передать ихъ въ акад. Библіотеку.

XVI засѣданіе, 23 ноября 1915 года.

Представлены для напечатанія въ Сборникѣ Отдѣленія русскаго языка и словесности письма Н. Н. Пирогова къ В. Н. Пирогову, приготовленныя къ изданію С. Я. Штрайхомъ.

Положено передать оригиналъ въ Типографію и внести въ Типографскую смету на 1916 годъ.

XVII засѣданіе, 5 декабря 1915 года.

Должено нижеслѣдующее отношеніе Ректора Императорскаго Московскаго Университета:

«Въ дополненіе къ отношенію моему отъ 10 марта 1915 года, за № 1280, имѣю честь сообщить, что публичное собраніе Императорскаго Московскаго Университета, посвященное чествованію памяти покойнаго Почетнаго члена и заслуженнаго профессора сего Университета, академика Ослора Евгеніевича Корша, предположено въ день годовщины смерти его, 16 февраля 1916 года.

«Сообщая о семъ, имѣю честь покорнѣе просить Отдѣленіе русскаго языка и словесности командировать своихъ представителей на означенное собраніе къ вышеуказанному дню, а о лицахъ, кои будутъ командированы и о предполагаемыхъ докладахъ, благовольтъ увѣдомить меня заблаговременно».

Положено сообщить, что представителями Отдѣленія въ публичномъ собраніи Императорскаго Московскаго Университета 16 февраля 1916 г. будутъ академики А. И. Соболевскій и А. А. Шахматовъ.

Положено сообщить Общему Собранію слѣдующее предположеніе объ объявленіи конкурса на соисканіе премій имени А. И. Неустроева:

«Въ виду непредставленія къ 1913 г. сочиненій на премію А. И. Неустроева Отдѣленіе русскаго языка и словесности предлагаетъ объявить 1 марта 1916 г. конкурсъ на срокъ 1 марта 1920 г. за составленіе «Историческаго разысканія о русскихъ повременныхъ изданіяхъ и сборникахъ за 1813—1830 гг.» по той же формѣ, какаа была принята г. Неустроевымъ при составленіи подобнаго сборника за время 1703—1802 гг., другую же часть пожертвованной А. И. Неустроевымъ суммы, т. е. 500 рублей, Отдѣленіе предполагало бы опредѣлить за составленіе такого же разысканія за время съ 1803—1812 годъ. Сумма, образовавшаяся изъ процентовъ,

наросших на капиталъ въ 1250 руб., согласно съ постановленіемъ Общаго Собранія 2 ноября 1896 года, образуетъ особый капиталъ, изъ котораго съ нарастающими на него процентами составляется особая премія въ 500 рублей за составленіе указателя къ С.-Петербургскимъ и Московскимъ Вѣдомостямъ съ 1703 по 1850 годъ, по формѣ сдѣланнаго г. Неустровымъ Указателя».

Акад. В. П. Перетцъ внесъ слѣдующее предложеніе:

«Честь имѣю представить Отдѣленію нижеслѣдующія соображенія по вопросу, который, какъ мнѣ кажется, не безразличенъ для лицъ, занимающихся исторіей древней русской литературы, которымъ Отдѣленіе своимъ авторитетнымъ руководствомъ могло бы принести пользу и подвинуть и облегчить разработку отдѣльныхъ вопросовъ исторіи древне-русской литературы съ начала ея — до эпохи непосредственнаго соприкосновенія съ Западомъ (приблизит. полов. XVIII в.). Я разумѣю составленіе историко-литературной библіографіи, при томъ не по типу, господствующему у насъ (вродѣ труда Мезьеръ, Межова и т. п.), а библіографіи толковой (*raisonnée*), которая, помимо слѣдствій о томъ, гдѣ напечатаны тѣ или иные статьи, изслѣдованія, замѣчанія о томъ или иномъ писателѣ или произведеніи (если оно анонимно) — должна заключать въ себѣ краткое *résumé* того, что сдѣлано для освѣщенія того или иного литературнаго явленія. Для созданія такой библіографіи необходимо тщательное разсмотрѣніе періодическихъ изданій (начиная хотя бы съ Др. Росс. Вывл.), отдѣльныхъ изданій трудовъ древне-русскихъ писателей и изслѣдованій о нихъ и цѣлыхъ эпохахъ.

«Достаточно полно составленная библіографія по такому плану — значительно облегчитъ первые шаги многихъ начинающихъ ученыхъ, а для старшаго поколѣнія можетъ послужить небезполезной справочной книгой. Конечно, подобная работа не выполнима въ короткій срокъ и требуетъ довольно длительной подготовки и привлеченія лицъ, которыя обладаютъ достаточнымъ опытомъ и запасомъ знаній.

«Надѣясь въ будущемъ привлечь къ такой работѣ болѣе значительное число лицъ, я въ настоящее время могъ бы рассчитывать на сотрудничество четверыхъ моихъ магистрантовъ и извѣстнаго Отдѣленію своими работами С. Н. Розанова. Что касается деталей плана подобной толковой библіографіи, то они могутъ быть представлены въ болѣе разработанномъ видѣ въ случаѣ, если Отдѣленіе найдетъ своевременнымъ и умѣстнымъ такое новое предпріятіе. 4 декабря 1915 г.».

Положено принять во вниманіе при составленіи сметы и просить акад. В. П. Перетца представить подробный планъ предпринимаемой работы.

І засѣданіе, 23 января 1916 года.

Профессора В. А. Богородицкій и В. А. Францевъ прислали благодарственные письма по поводу избранія ихъ членами-корреспондентами Академіи.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Проф. П. Е. Евсеевъ представилъ нижеслѣдующія свои соображенія по поводу собиранія географическихъ названій:

«Для различныхъ научныхъ соображеній нужны собранія названій русскихъ географическихъ мѣстъ. И такія собранія для населенныхъ мѣстъ, горъ, рѣкъ и озеръ имѣются, хотя и не всегда совершенныя. Но есть цѣлая категорія географическихъ названій, совершенно не затронутая каталогизаціей — это названія ненаселенныхъ мѣстъ: урочищъ, овраговъ, пустошей, лѣсовъ, равнинъ, холмовъ, косогоровъ, спусковъ, рѣчныхъ бродовъ, скалъ, отдѣльныхъ камней и т. д. Эта категорія названій рѣшительно ускользаетъ отъ вниманія науки, не смотря на то, что по своей природѣ она болѣе устойчива и долговѣчна, чѣмъ группа названій населенныхъ мѣстъ, болѣе склонная приспособляться къ смѣнѣ населенія и другимъ вѣншимъ историческимъ условіямъ. Въ настоящее время, съ усиленной мобилизаціей земли, при передвиженіи населенія на новыя мѣста по условіямъ хуторскаго и отрубнаго землепользованія, возникаетъ большая опасность, что прежнія географическія названія, особенно ненаселенныхъ мѣстъ, будутъ забыты и безвозвратно затеряны для послѣдующаго времени и для науки.

«Было бы желательно оградить отъ исчезновенія названія незаселенныхъ мѣстъ, и къ этому въ настоящее время представляется удобный случай.

«Центральный Статистическій Комитетъ предполагаетъ произвести статистическое обследованіе земельной собственности въ Россіи. Для этого предпріятія въ настоящее время вырабатывается соответствующая программа. Если бы Отдѣленіе русскаго языка и словесности Имп. Академіи Наукъ признало возможнымъ просить Центральный Статистическій Комитетъ включить въ свою программу запись всѣхъ незаселенныхъ географическихъ названій, связанныхъ по существу съ современнымъ землевладѣніемъ и землепользованіемъ, то, можетъ быть, русская наука пріобрѣла бы для себя значительный словарный матеріалъ собственныхъ именъ весьма немаловажнаго значенія». 30 сентября.

Положено возбудить соответствующее ходатайство передъ Центральнымъ Статистическимъ Комитетомъ, препроводивъ ему въ копіи записку проф. Евсеева.

Проф. П. А. Лавровъ представилъ сборникъ текстовъ, относящихся къ жизни и дѣятельности славянскихъ первоучителей св. Кирилла и Меодіа.

Положено препроводить рукопись въ Типографію и включить этотъ трудъ въ Типографскую смѣту 1916 года.

Акад. В. М. Петричъ сообщилъ о близкомъ выходѣ II вып. Памятниковъ древнерусской литературы, содержащаго матеріалы, посвященные житіямъ и сказаніямъ о Борисѣ и Глѣбѣ, и о возможности приступить къ изданію III выпуска, который будетъ содержать тексты житія Θεодосія Печерскаго.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Проф. К. Я. Гротъ письмомъ на имя Предсѣдательствующаго просилъ выяснить, согласно ли будетъ Отдѣленіе издать 4-й томъ Сочиненій П. А. Плетнева, приготовляемый имъ къ печати. Въ 4-й томъ по плану К. Я. Грота должны войти: 1) Біографич. (возможно полный) очеркъ о Пл., 2) Рядъ статей его не вошедшихъ въ первые два тома; біограф. очерки (или некрологи), извлеч. изъ его Отчетовъ (по Академіи и Университету), 3) Дополненія къ перешедш. его съ (Пушк.), Вяземскимъ и Жуковскимъ; письма къ Гоголю, 4) Письма Плетнева къ Баратынскому, Гидичу, Кюхельбекеру, О. П. Глику, Смирновой, Конгезу, Шкитину, Дашлевекому, Погодину, Коссовичу, Максимовичу, Йордану и проч., 5) Дополненія: а) Письма къ Плетневу извѣстныхъ литераторовъ и дѣятелей, б) Нѣкотор. біограф. матеріалы.

Положено сообщить К. Я. Гроту о согласіи Отдѣленія на предложенное имъ изданіе.

Должено ходатайство Д. К. Зеленина о напечатаніи его работы, относящейся къ этнографіи лаптя и лапотнаго дѣла.

Положено разрѣшить изданіе этой работы.

Разсмотрѣно предложеніе проф. С. М. Кульбакина объ изданіи Македонскаго Апостола.

Положено извѣстить проф. Кульбакина, что Отдѣленіе согласно пригласить къ печатанію текста Македонскаго Апостола въ серіи Памятниковъ старо-славянскаго языка.

В. П. Семенниковъ представилъ отчетъ о своихъ работахъ по бібліографіи XVIII в. за прошлый годъ.

Положено принять къ свѣдѣнію.

ОТДѢЛЕНІЕ ИСТОРИЧЕСКИХЪ НАУКЪ И ФИЛОЛОГІИ.

I засѣданіе, 13 января 1916 года.

Петроградская Губернская Земская Управа отношеніемъ отъ 8 декабря 1915 года за № 81/9 сообщила Академіи:

«Харьковскій Сѣздъ по статистикѣ народнаго образованія въ 1913 году, остановившись на вопросѣ о приѣмахъ опредѣленія числа дѣтей школьнаго возраста, вынесъ, между прочимъ, такое постановленіе:

«Въ виду того, что приѣмы опредѣленія числа дѣтей школьнаго возраста тѣснѣйшимъ образомъ связаны съ рядомъ вопросовъ по движенію населенія и опредѣленіемъ — какъ общаго числа населенія, такъ и его возрастнаго состава, Сѣздъ признаетъ настоятельную необходимость появленія соответствующихъ научныхъ работъ и на основаніи изложеннаго Сѣздомъ:

«а) присоединяется къ пожеланію общеземскаго Московскаго Сѣзда по народному образованію, чтобы подъ руководствомъ Академіи Наукъ были выполнены specialныя работы по вопросу о методахъ опредѣленія числа дѣтей школьнаго возраста, и

«б) высказываетъ пожеланіе, чтобы земскія статистическія бюро, располагающія особенно значительными силами, какъ напримѣръ статистическія организациі Московской Губернской Земской Управы, включили бы въ программу своихъ работъ детальную разработку того же вопроса — о методахъ опредѣленія числа дѣтей школьнаго возраста (Пост. 16 июня)».

«Харьковская Губернская Земская Управа, выполняя порученіе Сѣзда, обратилась 13 января 1914 года въ Императорскую Академію Наукъ съ просьбой выполнить specialную научную работу о методахъ опредѣленія числа дѣтей школьнаго возраста, но, очевидно, въ силу обстоятельствъ времени, Харьковская Губернская Земская Управа отвѣта на эту просьбу не получила.

«Петроградское Губернское Земство приняло на себя обязательство созвать второй Сѣздъ по статистикѣ народнаго образованія и въ то же время и обязательство подготовить къ Сѣзду всѣ работы, намѣченныя Харьковскимъ Сѣздомъ.

«Считая, что вопросъ о методахъ опредѣленія числа дѣтей школьнаго возраста требуетъ неотложнаго научнаго разрѣшенія съ тѣмъ, чтобы 2-й Общеземскій Сѣздъ по статистикѣ народнаго образованія, на основаніи этого, сдѣлалъ тѣ или иные постановленія практическаго характера, Петроградская Губернская Земская Управа

внесла его 20 декабря на обсуждение подготовительной Комиссии к Съезду, при чем Комиссия сделала постановление вновь обратиться с указанной просьбой к Императорской Академии Наук.

«Вследствие этого Губернская Управа обращается к Императорской Академии Наук с просьбой не отказать в принятии на себя труда по выяснению методов определения числа детей школьного возраста.

«О решении по сему вопросу Губернская Управа просит Императорскую Академию Наук — уведомить».

Положено препроводить на заключение академику М. М. Ковалевскому.

Состоящая под Высочайшим покровительством Его Императорского Высочества Великого Князя Георгия Михайловича Оренбургская ученая Архивная Комиссия отношением от 28 ноября 1915 г. за № 846 сообщила:

«В виду того, что в трудѣ академика Некарекаго «Жизнь и литературная переписка П. И. Рычкова», на стр. 84 упоминается, что П. И. Рычков отправил академику Миллеру ряд чертежей Оренбургских публичных строений, и эти чертежи, вероятно, хранятся в Архивѣ Академіи, Оренбургская Архивная Комиссия, очень интересуясь этими древними чертежами, просит сообщить ей, имеются ли эти чертежи в Архивѣ Академіи, и, если имеются, то не отказать указать способ их использовать».

При этом Непременный Секретарь доложил рапорт заведующаго Архивомъ:

«Вследствие запроса Оренбургской Ученой Архивной Комиссии от 28 ноября 1915 г. за № 846 имѣю честь сообщить, что в Архивѣ Конференціи не имѣется чертежей Оренбургских публичных строений, присланных проф. Г. Ф. Миллеру П. И. Рычковымъ при письмѣ от 3 июня 1760 г. и упоминаемых в трудѣ академика Некарекаго о Рычковѣ (стр. 84), хотя подлинники письма Рычкова к Миллеру, а среди них и письма от 3 июня 1760 г. хранятся в Архивѣ. Представляется возможным предположить, что интересующіе Архивную Комиссію чертежи находятся нынѣ в Архивѣ Министерства Иностранных Дѣлъ в Москвѣ, среди прочих документов архива Миллера, принадлежащаго, какъ извѣстно, названному хранилищу.

«В Архивѣ Конференціи, въ которомъ, вообще, много цѣнныхъ матеріаловъ объ Оренбургѣ и Оренбургскомъ краѣ, въ картонѣ 123, среди ответовъ различныхъ Губернскихъ Воеводскихъ Канцелярій 1761 года на запросъ Сухонутнаго Шляхетнаго Корпуса о свѣдѣніяхъ, необходимыхъ «для сочиненія вновь Россійскаго Атласа», имѣется отвѣтъ Оренбургской Губернской Канцеляріи отъ 7 июня 1761 г.; здѣсь находится и отвѣтъ на 25-й пунктъ вопрошенаго листа, могущій быть полезнымъ Оренбургской Комиссіи:

«Чертежи какъ города Оренбурга, такъ и прочихъ крепостей находятся въ ведомствѣ инженерной команды и, по предложенію в Канцелярію Главной Артиллеріи и Фортификаціи отъ Его Сіятельства Гдѣна Генерала-Фельдцейхмейстера надъ форти-

фикаціями и Россійской Имперіи Оберъ-Директора и Сенатора и кавалера Графа Петра Ивановича Шувалова за показанными в томъ резонами со оныхъ чертежей копій отъ той инженерной команды не сообщены».

Положено отвѣтить согласно этому рапорту.

Директоръ Института Сельскаго Хозяйства и Лѣсоводства въ Новой Александріи (Харьковъ) препроводилъ въ Академію при отношеніи отъ 10 декабря 1913 г. за № 8107 три экземпляра объявленій о конкурсѣ на вакантную въ Институтъ Сельскаго Хозяйства и Лѣсоводства въ Новой Александріи каедру политической экономіи и общей статистики, прося о распространеніи ихъ среди лицъ, заинтересованныхъ въ таковыхъ.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Настоятель храма села Рышкова (ст. Тарутино, Калужской губ.) священникъ Петръ П. Богословскій отношеніемъ отъ 24 ноября 1913 г. сообщилъ:

«Въ Боровекѣ уездъ, Калужской епархіи, на границѣ съ Московской, въ селѣ Рышковѣ стоятъ каменный храмъ Царицы Паталіи Кириллозны, доселѣ забытый и исторіей, и археологіей; означенному храму предшествовалъ храмъ деревянный, созданный Великимъ Княземъ Московскимъ Василіемъ III Іоанновичемъ. Царственные Правители изъ рода Рюриковичей и Романовыхъ давали Рышкову свои жалованныя грамоты; одна изъ нихъ мною уже была найдена въ Москвѣ, въ Архивѣ Министерства Иностранныхъ Дѣлъ въ 1901 г. и тогда же напечатана въ Калужской Старинѣ (т. 1, кн. 3, стр. 23).

«Очень бы хотѣлось найти и остальные грамоты, отобранныя у причта церкви с. Рышкова въ 60-хъ годахъ прошлаго вѣка; 13 ноября 1913 г. въ № 14253 газеты «Новое Время» я прочиталъ, что въ Академіи Наукъ получены цѣнныя грамоты изъ г. Риги; поэтому, я считаю своимъ долгомъ обратиться къ Академіи, какъ самому высшему научному учрежденію, со всепокорнѣйшею просьбою удостоить меня отвѣтомъ, не имѣются ли при Академіи жалованныя храму села Рышкова грамоты и вообще какія-либо цѣнныя свѣдѣнія о селѣ Рышковѣ?».

Положено отвѣтить, что въ присланныхъ изъ Риги грамотахъ нѣтъ ничего относящагося до села Рышкова, относительно же грамотъ, хранящихся въ Рукописномъ Отдѣленіи, отвѣтить послѣ соответствующей справки.

Отъ имени академика Н. Я. Марра доложено :

«Нарастающее количество лексическихъ матеріаловъ сванскаго языка по вновь обнаруживаемымъ текстамъ вынуждаетъ меня пріостановить печатаніе «Сванско-русскаго словаря», такъ какъ приходится не только значительно восполнять, но мѣстами и перерабатывать готовую рукопись. Въ то же время прошу Конференцію постановить издать набранную часть словаря словъ, начинающихся гласными, какъ specimen, чтобы использовать ее какъ руководство для собирателей».

Разрѣшено, о чемъ положено уведомить академика Н. Я. Марра и Типографію.

Директоръ Музея Антропологіи и Этнографіи читалъ:

«Отъ командированнаго Музеемъ въ Индію Г. Х. Мерварта получаются подробныя сообщенія, изъ которыхъ видно, что сборы коллекцій производятся очень успѣшно и что наряду съ собираніемъ коллекцій онъ усердно занимается изученіемъ дравидійскихъ языковъ и древнѣйшихъ памятниковъ буддизма на этихъ языкахъ. Столь же усердно и успѣшно работаетъ и командированная вмѣстѣ съ Г. Х. Мервартомъ г-жа Л. А. Мервартъ.

«Въ виду успѣшности работъ индійской экспедиціи и, въ частности, въ виду того, что влѣдствіе военныхъ обстоятельствъ въ настоящее время въ Индіи пріобрѣтеніе коллекцій возможно съ наименьшими затратами, считаю необходимымъ продолжать пребываніе упомянутыхъ лицъ въ Индіи и потому прошу Отдѣленіе ассигновать изъ суммъ Музея 3000 руб. на сопряженные съ экспедиціей расходы по содержанию упомянутыхъ лицъ и пріобрѣтенію коллекцій, каковую сумму прошу перевести черезъ Кредитную Канцелярію Министерства Финансовъ въ Русское Консульство въ Колумбо сверхштатному этнографу Музея Герману Мерварту».

Положено сообщить для исполненія въ Правленіе до подписанія протокола.

II засѣданіе, 27 января 1916 года.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что Peabody-Museum американской археологіи и этнологіи (Кэмбриджъ, Масс.) уведомилъ о кончинѣ Ф. У. Путнама (Frederic Ward Putnam).

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ В. В. Радловъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Б. Я. Владимірцова «О частицахъ отрицанія при повелительномъ наклоненіи въ монгольскомъ языкѣ». (B. J. Vladimircov. Sur les particules prohibitives mongoles).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ С. Θ. Ольденбургъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Образцахъ народной словесности монгольскихъ племенъ» текстъ, записанный Б. Я. Владимірцовымъ «Ойратская былина «Дайини-кюрель»». (B. J. Vladimircov. «Daini-Kurel», chant épique oïrate).

Положено напечатать во II томѣ «Образцовъ народной словесности монгольскихъ племенъ».

Академикъ М. А. Дьяконовъ просилъ о напечатаніи въ «Запискахъ» Отдѣленія труда приватъ-доцента Императорскаго Юрьевскаго Университета Г. А. Замятина «Наденіе кандидатуры Карла-Филиппа и избраніе Михаила Осодоровича», объемомъ не свыше 10 листовъ съ шестью приложеніями на шведскомъ языкѣ.

Положено напечатать въ «Запискахъ» Отдѣленія.

Академикъ П. Я. Марръ читалъ:

«Предлагаю для напечатанія въ «Bibliotheca Armeno-Georgica» работу І. А. Орбелі «Армянскія надписи Хачена, Гандзасаръ и Аванхтунъ». Надписи эти давно готовились для изданія именно въ указанной серіи».

Положено печатать и внести въ списокъ изданій Отдѣленія.

Академикъ П. Я. Марръ читалъ:

«Въ одномъ изъ ближайшихъ номеровъ «Христіанскаго Востока» будетъ напечатана новая работа П. С. Джанашии о религіозныхъ вѣрованіяхъ абхазовъ, доставленная мнѣ еще въ сентябрѣ, но до сихъ поръ задержанная, такъ какъ записи терминовъ нуждались въ проѣктѣ. Почти вся работа была теперь прочитана совместно съ авторомъ въ Сухумѣ, и все сомнѣнія устранены».

Положено принять къ свѣдѣнію.

Директоръ Музея Антропологій и Этнографій читалъ:

«Отъ Оедора Александровича Витбѣрга, чрезъ Б. А. Модзалевскаго, поступилъ въ даръ для Библіотеки Петровской Галлерей невѣданный въ ней переводъ перваго трактата изъ книги Самуила Пуфендорфа: «De officiis hominis et civis», подъ заглавіемъ: «О должности челоуѣка и гражданина по закону естественному». Какъ извѣстно, переводъ былъ сдѣланъ и отданъ къ напечатанію по повелѣнію Петра Великаго, но вышелъ въ свѣтъ 17 ноября 1726 г., уже по смерти Императора.

«Докладывая о полученіи означеннаго изданія, прошу Отдѣленіе выразить О. А. Витбѣргу благодарность за сдѣланное имъ цѣнное пожертвованіе».

Положено благодарить О. А. Витбѣрга.

Директоръ Музея Антропологій и Этнографій читалъ:

«Въ Архивѣ Конференціи Императорской Академіи Наукъ имѣется нѣсколько веленевыхъ переплетенныхъ экземпляровъ томовъ I—III большого формата и II—III малаго формата «Писемъ и бумагъ Петра Великаго», переданныхъ въ Архивъ изъ Книжнаго Склада Академіи на храненіе.

«Такъ какъ для состоящей при вѣренномъ мнѣ Музеѣ Галлерей Императора Петра I желательно было бы получить по экземпляру означеннаго изданія, то я обращаюсь къ Отдѣленію съ просьбой о выдачѣ указанныхъ книгъ, въ количествѣ 3 томовъ, изъ Архива въ Галлерей».

Положено, согласно заключенію Непременнаго Секретаря, выдать просимыя изданія, о чемъ сообщить въ Архивъ для исполненія.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читалъ:

«Въ числѣ памятниконъ стариннаго нашего законодательства, заслуживающихъ скорѣйшей научной обработки и изданія, нельзя, конечно, не упомянуть объ Уставѣ Благочинія 1782 г. Въ настоящее время профессоръ Юрьевскаго Университета О. В. Тарановскій могъ бы заняться подготовительными работами, нужными для изданія

Устава Благочинія въ предпринятой Академіей серіи «Памятниковъ русскаго законодательства 1649—1832 гг.». Въ случаѣ если предложеніе мое будетъ принято, я просилъ бы поручить профессору О. В. Тарановскому произвести надлежащіе разысканія въ Петроградскихъ и Московскихъ архивахъ».

Положено поручить означенныя изысканія профессору О. В. Тарановскому, о чемъ сообщить академику А. С. Лаппо-Данилевскому.

Академикъ П. Я. Марръ читалъ:

«Поездка въ Абхазію, совершенная мной съ 18 декабря по 19 января, помимо выполненія специальной задачи по маленькому абхазско-русскому словарю, дала возможность: а) выяснитъ отношеніе моихъ сотрудниковъ по собиранію текстовъ къ производству записей на соответствующемъ съ ними чтеніи собранныхъ ими сказокъ и практически ознакомитъ ихъ съ необходимостью не отступать отъ діалектическихъ особенностей живой рѣчи въ сторону однообразія нараждающихся уже литературныхъ нормъ, б) привлечь къ сотрудничеству на тѣхъ же основаніяхъ извѣстныхъ многолѣтними занятіями абхазскимъ языкомъ А. М. Чочуа, инспектора городского училища въ Сухумѣ, и Д. І. Гузіа, члена бывшаго упраздненнаго переводческаго комитета. Посѣщеніе уроковъ абхазскаго языка этихъ мѣстныхъ преподавателей подало мысль использовать наиболѣе успевающихъ въ родной рѣчи учениковъ для собиранія памятниковъ абхазской народнои литературы на различныхъ нарѣчіяхъ и говорахъ. На первое время прошу Конференцію разрѣшить выслать по 100 руб. каждому изъ названныхъ лицъ на расходы, сопряженные съ этимъ предпріятіемъ. Наиболѣе существеннымъ въ теоретическомъ отношеніи результатомъ поездки считаю то, что удалось напасть на позые лингвистическіе факты, поразительно сближающіе основной яфетическій слой абхазскаго языка съ основнымъ яфетическимъ слоемъ древне-литературнаго армянскаго, такъ называемаго «байскаго» языка».

Положено разрѣшить высылку 200 руб. изъ суммы въ 400 руб., ассигнованной на записи горскихъ текстовъ, о чемъ и сообщить въ Правленіе для исполненія.

III засѣданіе, 10 февраля 1916 года.

Управляющій Нековскою губерніею В. С. Арсеньевъ прислалъ приглашеніе на открытіе Нековской Губернской Ученой Архивной Комиссіи, учреждаемой по инициативѣ Нековского Археологическаго Общества.

Открытіе назначено на 11 февраля, въ помѣщеніи Нековского Губернскаго Правленія.

Положено послать телеграмму.

Академикъ П. Я. Марръ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Яфетическіе элементы въ языкахъ Арменіи. IX» (N. J. Marr. Les éléments japhétiques dans les langues de l'Arménie. IX).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. С. Ланно-Данплевскій представилъ Отдѣленію присланныя въ Постоянную Историческую Комиссію «*Atti e Memorie della R. deputazione di Storia patria per le provincie di Romagna*», Serie IV, vol. V, fasc. I—VI (въ 2-хъ выпускахъ).

Положено передать во II Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ А. С. Ланно-Данплевскій читалъ:

«Въ виду отпечатанія подъ моимъ наблюденіемъ III части сочиненія А. I. Глинкига «Нева и Нѣншанць», Приложенія, я просилъ бы разослать означенный томъ слѣдующимъ учрежденіямъ и лицамъ: въ Шведскій Государственный Архивъ въ Стокгольмѣ, въ Финляндскій Государственный Архивъ въ Гельсингфорсѣ, а также: г. библіотекарю А. Андерссону, Упсала, Университетъ, г. антикварію Т. П. Арне въ Стокгольмѣ, профессору Шюбергсону въ Гельсингфорсѣ и профессору К. фонъ Бонедорфу въ Гельсингфорсѣ».

Положено передать въ Книжный Складъ для исполненія.

ДОКЛАДЫ О НАУЧНЫХЪ ТРУДАХЪ.

С. С. Ганешинъ. Тератологическое измѣненіе *Gentiana triflora* Pall. (S. S. Ganeshin. Une modification tératologique de *Gentiana triflora* Pall.).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 2 марта 1916 г. академикомъ И. П. Бородинымъ).

Среди растеній, собранныхъ П. Александровымъ въ Верхотенскомъ уѣздѣ, Иркутской губерніи, оказалось три экземпляра *Gentiana*, по строенію цвѣтковъ весьма сходныхъ съ *G. triflora* Pall., но отличающихся отъ нея вѣтвистымъ стеблемъ, болѣе мелкими цвѣтками и яйцевидными и эллиптическими листьями вѣточекъ и прицвѣтниками.

Въ виду того, что 1) появленіе вѣточекъ съ широкими листьями, какъ у этихъ экземпляровъ, такъ и у одного изъ собранныхъ вмѣстѣ съ ними *G. triflora* Pall., обнаружилось только на мѣстѣ пораженія главныхъ стеблей, а 2) анатомическое строеніе корня *G. triflora* Pall. и этихъ экземпляровъ оказалось вполне сходнымъ между собою, — ихъ слѣдуетъ считать тератологически-измѣненной *Gentiana triflora* Pall.

Къ статьѣ приложены 2 таблицы.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

А. Державинъ. *Cumassa* (*Sympoda*) сибирскаго Сѣвернаго Ледовитаго океана, собранныя Русскою Полярною Экспедиціей 1900—1903 г.г. (A. Derzhavin. *Cumacéts* (*Sympoda*) de l'Océan Arctique de Sibérie, recueillies par l'Expédition Polaire Russe en 1900—1903).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 2 марта 1916 г. академикомъ В. В. Залескимъ).

Названная статья представляетъ результатъ обработки матеріала по одному изъ отрядовъ класса ракообразныхъ, *Cumassa*, собраннаго во время

плаванія «Зари» у сибирскаго побережья Сѣвернаго Ледовитаго океана; въ коллекціи оказалось всего семь видовъ изъ двухъ семействъ *Leuconidae* (*Leuconnasicoidea* Lilj. и *L. nasica* Kröyer) и семейства *Diastylidae* (*Diastylis spinulosus* Heller, *D. rathkei* Kröyer, *D. goodsiri* Bell., *D. scorpioides* Lepechin и *Diastylis nucella* Calman); большинство видовъ являются кругополярными и частью широко распространенными, одинъ же видъ, *D. nucella*, до сихъ поръ былъ находимъ только въ Бофортовомъ морѣ у сѣвернаго побережья Аляски; экспедиціею же онъ найденъ у острововъ Беннета и въ Карскомъ морѣ, благодаря чему значительно расширяется известная намъ область его обитанія; такимъ образомъ статья дастъ небезъинтересныя добавленія къ нашимъ познаніямъ фауны Сибирскаго Ледовитаго океана.

Къ статьѣ приложенъ рисунокъ.

Положено напечатать въ «Запискахъ» Академіи въ серіи «Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи».

Продольный спектрографъ.

(Предварительное сообщеніе).

Г. А. Тихова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

Предварительныя замѣчанія.— Камера Бредихинскаго астрографа, какъ и всякая фотографическая камера, ахроматизована для лучей 400 — 470 μ . Фокусъ этихъ лучей назовемъ основнымъ. При переходѣ къ лучамъ большей или меньшей длины волны фокусъ быстро увеличивается, и для крайнихъ красныхъ и ультрафіолетовыхъ лучей онъ на 3 мм. больше основного. Въ виду этого въ 1910 году было предположено приобрести коррекціонные объективы, которые ахроматизовали бы поочередно визуальные и ультрафіолетовые лучи.

Объективъ Бредихинской камеры, системы Petzval'я, составленъ изъ двухъ двухлинзовыхъ объективовъ, раздѣленныхъ значительнымъ промежуткомъ. Обозначимъ внутренній объективъ черезъ № 1 и наружный — № 2. На посланный запросъ оптический заводъ Цейсса отвѣтилъ, что поставленную задачу можно рѣшить замѣной объектива № 2 новыми, специально вычисленными.

На первое время было рѣшено ограничиться заказомъ только одного коррекціоннаго объектива, собирающаго въ одинъ фокусъ совмѣстно съ объективомъ № 1 всѣ визуальные лучи — отъ 500 μ до крайнихъ красныхъ, оставляя безъ всякаго вниманія лучи фотографическіе. Комбинація новаго объектива (№ 3) съ объективомъ № 1 дала превосходную ахроматизацію визуальныхъ лучей, такъ что явилась возможность, пользуясь желтымъ свѣтофильтромъ, получать весьма рѣзкія фотографіи звѣздъ въ оптическихъ лучахъ.

Для полноты комбинація объективовъ № 1 и № 3 была мною изслѣдована не только въ визуальныхъ лучахъ, но и въ фотографическихъ. Для

опредѣленія фокуса въ разныхъ лучахъ примѣнялась объективная призма. Въ таблицѣ 1 даны отсчеты фокуса черезъ каждые 20 μ по шкалѣ при камерѣ.

Т а б л и ц а 1.

Длина волны.	Фокусъ.	Длина волны.	Фокусъ.
650 μ .	27.7 мм.	490 μ .	28.1 мм.
630	27.6	470	28.5
610	27.6	450	29.1
590	27.5	430	29.8
570	27.6	410	31.0
550	27.6	390	32.6
530	27.7	370	35.1
510	27.8		

Изъ этой таблицы мы видимъ, что разность фокусовъ визуальныхъ лучей не превосходитъ 0,3 мм.; наоборотъ, фокусъ фотографическихъ лучей очень быстро возрастаетъ съ уменьшеніемъ длины волны.

Вотъ это-то свойство новаго объектива по отношенію къ фотографическимъ лучамъ и послужило основаніемъ для изслѣдованія, излагаемаго въ настоящей статьѣ.

Фотографированіе звѣздъ въ лучахъ изъ болѣе преломляемыхъ лучей.— Помѣстимъ свѣточувствительную пластинку въ фокусѣ лучей съ длиной волны λ_0 . Тогда, въ виду очень быстрого измѣненія фокуса съ измѣненіемъ длины волны, всѣ остальные лучи дадутъ вѣфокальные кружки тѣмъ большаго діаметра, чѣмъ больше различіе въ длинѣ фокуса этихъ лучей и лучей λ_0 . Введемъ слѣдующія обозначенія: d — діаметръ вѣфокальнаго кружка, D — діаметръ объектива, F — его фокусное разстояніе и δF — различіе фокуса лучей съ длинами волны λ_0 и λ . Легко видѣть, что эти величины связаны слѣдующимъ соотношеніемъ:

$$\frac{d}{D} = \frac{\delta F}{F},$$

или

$$d = \frac{D}{F} \delta F \dots \dots \dots (1)$$

Для Бредихинскаго астрографа $D = 170$ мм. и $F = 800$ мм., такъ что $\frac{D}{F} = \frac{1}{4,7}$. Такимъ образомъ для него имѣемъ:

$$d = \frac{\delta F}{4,7} \dots \dots \dots (2)$$

Съ увеличеніемъ d яркость виѣфокальнаго кружка ослабѣваетъ. Яркость единицы площади кружка относительно яркости соответствующаго мѣста спектра пропорціональна отношенію квадрата діаметра фокальнаго изображенія къ d^2 . Для Бредихинскаго астрографа діаметръ зарождающагося изображенія звѣзды чрезвычайно малъ — около 0.01 — 0.02 мм. При діаметрѣ 0.03 мм. звѣзда уже достаточно выдержана и хорошо фотометрируется. Для фокальнаго изображенія звѣзды мы и примемъ этотъ діаметръ.

Въ таблицѣ 2 даны значенія d и отношенія $\left(\frac{0.03}{d}\right)^2$ для случая фокусировки на $\lambda_0 = 390 \mu$.

Т а б л и ц а 2.

λ	εF	d	$\left(\frac{0.03}{d}\right)^2$
370 μ .	2.5 мм.	0.53 мм.	0.0032
390	0.0	03	1.0000
410	1.6	34	0.0078
430	2.8	60	25
450	3.5	74	16
470	4.1	87	12
490	4.5	0.96	10
510	4.8	1.02	9
550	5.0	1.06	8
590	5.1	1.08	0.0008

Такимъ образомъ на фотографіи мы получимъ звѣзду въ видѣ чернаго ядра (соответствующаго преимущественно лучамъ λ_0 и ближайшимъ къ нимъ), окруженнаго сѣрымъ ореоломъ. Ближайшія къ ядру части ореола состоятъ изъ наложенія кружковъ почти всѣхъ λ , а съ удаленіемъ отъ ядра въ составъ кружка входитъ все меньшее и меньшее число лучей.

Однако есть очень простой способъ весьма отчетливо выдѣлить ядро изъ окружающаго его ореола. Для этого достаточно закрыть середину объектива непрозрачнымъ кружкомъ ббльшаго или меньшаго діаметра D_1 , такъ что остающаяся открытой часть объектива имѣетъ видъ кольца. Вслѣдствіе этого виѣфокальныя изображенія принимаютъ форму колечекъ. Такимъ образомъ, дѣйствіе лучей, сколько-нибудь удаленныхъ отъ фокуса, уже не сказывается на составѣ центральнаго ядра, и оно можетъ быть изучаемо, какъ болѣе или менѣе монохроматическое изображеніе звѣзды. Эти монохроматическія изображенія, соответствующія разнымъ длинамъ

волны и составляющія въ своей совокупности спектръ звѣзды, располагаются вдоль оптической оси астрографа. Вотъ почему мы называемъ описанный приборъ продольнымъ спектрографомъ.

Разрѣшающая сила продольнаго спектрографа. — Мы будемъ называть разрѣшающей силой продольнаго спектрографа то число микромикроповъ ($\mu\mu$), которое указываетъ различіе длинъ волны крайнихъ лучей, входящихъ въ составъ ядра. Такъ, напримѣръ, если въ составъ ядра входятъ лучи отъ $\lambda = 390 \mu\mu$ до $\lambda = 400 \mu\mu$, то разрѣшающая сила въ этомъ мѣстѣ спектра равна $10 \mu\mu$. Обозначимъ черезъ $\delta\lambda$ измѣненіе λ , соответствующее измѣненію фокуса на δF . Мы можемъ замѣнить уравненіе (1) слѣдующимъ:

$$d_1 = \frac{D_1}{F} \left(\frac{\delta F}{\delta \lambda} \right) \delta \lambda,$$

откуда:

$$\delta \lambda = d_1 \cdot \frac{F}{D_1} \left(\frac{\delta \lambda}{\delta F} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Здѣсь, какъ сказано выше, D_1 есть діаметръ кружка, закрывающаго центральную часть объектива, а d_1 — внутренній діаметръ вѣфокальнаго кольцевого изображенія звѣзды.

Эта формула даетъ возможность вычислить разрѣшающую силу продольнаго спектрографа. Примѣнимъ ее къ нашему случаю, предполагая фокусировку для $\lambda_0 = 390 \mu\mu$. Такъ какъ діаметръ годнаго для фотометрированія изображенія звѣзды, какъ сказано выше, можно считать равнымъ 0.03 мм., то для внутреннего діаметра вѣфокальныхъ колець, не входящихъ уже въ составъ ядра, можно принять, напримѣръ, 0.05 мм., т. е. положить $d_1 = 0.05$ мм. Положимъ затѣмъ, что центральная часть объектива закрыта кружкомъ съ діаметромъ 80 мм., т. е. $D_1 = 80$ мм. Далѣе, для Бредихинской камеры $F = 800$ мм. Наконецъ, изъ таблицы 1 находимъ, что при измѣненіи λ отъ $390 \mu\mu$ до $370 \mu\mu$ фокусъ мѣняется на 2.5 мм., т. е. $\delta\lambda = 20 \mu\mu$ и $\delta F = 2.5$ мм. Подставляя всѣ эти числа въ правую часть уравненія (3), находимъ: $\delta\lambda = 4 \mu\mu$. Такова разрѣшающая сила въ сторону меньшихъ значеній λ . При измѣненіи λ отъ $390 \mu\mu$ до $410 \mu\mu$ имѣемъ, изъ таблицы 1, $\delta F = 1.6$ мм. и, по формулѣ (3), находимъ $\delta\lambda = 6 \mu\mu$. Это есть разрѣшающая сила въ сторону большихъ λ . Полная разрѣшающая сила равна суммѣ $4 \mu\mu + 6 \mu\mu$.

Въ таблицѣ 3 дана разрѣшающая сила $\delta\lambda$ при фокусировкѣ на разные лучи, отъ 390 до $470 \mu\mu$.

Т а б л и ц а 3.

Фокусировка на лучи.	Разрѣшающая сила		Полная разрѣшающая сила.
	въ сторону меньшихъ λ .	въ сторону большихъ λ .	
390 μ	4 μ	6 μ	10 μ
410	6	8	14
430	8	14	22
450	14	17	31
470	17	25	42

Эта таблица показываетъ, что разрѣшающая сила быстро ухудшается съ увеличеніемъ длины волны. Разсматривая уравненіе (3), мы видимъ, что для данного инструмента въ нашемъ распоряженіи находится только значеніе D_1 (внутренній діаметръ кольцевой діафрагмы); увеличивая его, мы уменьшаемъ $\delta\lambda$, т. е. улучшаемъ разрѣшающую силу. Верхнимъ предѣломъ для D_1 является діаметръ свободнаго отверстія объектива D . Однако, съ увеличеніемъ D_1 открытое на объективѣ кольцо дѣлается всё уже и уже, и фотографированію становятся доступными только болѣе яркія звѣзды. Когда $D = D_1$ очень мало, то, при фокусировкѣ на крайніе лучи, изображеніе звѣзды превращается въ кольцевой спектръ, въ которомъ обычныя спектральныя линіи замѣняются узкими концентрическими кольцами, діаметръ и ширина которыхъ увеличивается съ увеличеніемъ δF .

Возможно, что если вычислить объективъ со спеціальной цѣлью примѣненія его въ качествѣ продольнаго спектрографа, то онъ дастъ для δF еще большія значенія, чѣмъ въ нашемъ приборѣ, и, слѣдовательно, разрѣшающая сила его будетъ еще лучше. Весьма вѣроятно также, что обыкновенныя двухлинзовые визуальныя объективы могутъ служить въ качествѣ продольныхъ спектрографовъ въ болѣе преломляемыхъ лучахъ.

Примѣненіе продольнаго спектрографа. — Продольный спектрографъ можно разсматривать, какъ усовершенствованный свѣтофильтръ. Нѣкоторыя затрудненія, встрѣчаемыя при употребленіи обычныхъ свѣтофильтровъ, особенно при изслѣдованіи лучей малой длины волны, здѣсь совершенно отпадаютъ. Такъ, напримѣръ, обычный свѣтофильтръ не можетъ выдѣлить столь узкіе участки спектра, какъ продольный спектрографъ; къ тому же, при малыхъ λ свѣтофильтръ обыкновенно значительно ослабляетъ и тѣ лучи, которые пропускаетъ. Такимъ образомъ, въ примѣненіи къ звѣздамъ продольный спектрографъ можетъ съ успѣхомъ рѣшать всевозможные вопросы спектральной фотометріи.

Въ частности, продольный спектрографъ даетъ возможность по одному снимку опредѣлить качественно цвѣтъ звѣзды, т. е. раздѣлить звѣзды на главныя группы: красныя, желтыя, бѣлыя и даже на промежуточные оттѣнки.

Двѣ фотографіи, которыя я имѣю честь предложить вниманію Академіи, представляютъ участокъ неба въ созвѣздіи Лебеда, снятый въ фокусѣ лучей 380 и 404 μ .

Такъ какъ красныя звѣзды въ этихъ лучахъ очень слабы, то онѣ или вовсе не имѣютъ центральнаго ядра, или оно у нихъ очень слабо. Слабость сосѣднихъ лучей обуславливаетъ также минимумъ яркости вѣтфокальнаго кружка вблизи ядра. Затѣмъ яркость быстро возрастаетъ и даетъ темное кольцо на периферіи.

Для желтыхъ звѣздъ наблюдается аналогичная форма, но значительно менѣе отчетливая.

Бѣлыя звѣзды даютъ ядро, окруженное почти совершенно равномернымъ ореоломъ.

Наконецъ у голубыхъ звѣздъ ореолъ даже нѣсколько усиливается съ приближеніемъ къ ядру.

Эти снимки сдѣланы при $D_1 = 7$ см. Изслѣдованіе полученныхъ негативовъ показало, что при фокусировкѣ на лучи 404 μ и при выдержкѣ въ $\frac{1}{2}$ часа можно классифицировать цвѣтъ звѣздъ до 11 величины. Въ видѣ сравненія укажемъ, что приблизительно такая же выдержка требуется для полученія измѣримыхъ изображеній звѣздъ до 11 величины черезъ ультра-фіолетовый свѣтофльтръ пропускающій лучи отъ 360 μ до 410 μ .

Такимъ образомъ, продольный спектрографъ представляетъ очень удобный инструментъ въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится произвѣсти быстрое статистическое изслѣдованіе цвѣта звѣздъ въ избранныхъ мѣстахъ неба.

Время и практика покажутъ, къ какимъ вопросамъ можетъ быть еще примѣненъ продольный спектрографъ.

О сегментации яйца *Salpa fusiformis*.

В. В. Заленскаго.

(Должено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г.).

Между многими работами, появившимися послѣ моей работы «Объ эмбриональномъ развитіи сальпы»¹, труды К. Гейдера^{2—4} о развитіи *Salpa fusiformis* занимаютъ выдающееся мѣсто. Они производятъ впечатлѣніе обстоятельныхъ изслѣдованій, особенно если принять во вниманіе, что *Salpa fusiformis* была изслѣдована до него менѣе полно, чѣмъ другіе виды сальпы. К. Гейдеръ приходитъ въ этой работѣ къ заключеніямъ совершенно противоположнымъ моимъ, и для меня особенно важно проверить новыми изслѣдованіями факты, сообщенные Гейдеромъ, чтобы найти причину нашего разногласія. Благопріятный случай къ этому представился только въ послѣдніе годы, когда мнѣ удалось на русской зоологической станціи въ Вилльфраншѣ собрать и зафиксировать довольно много экземпляровъ *S. fusiformis* съ зародышами на различныхъ стадіяхъ развитія, между прочимъ и раннихъ, которыхъ мнѣ прежде не доставало. Фиксация и окраска матерьяла таже, что и въ моей работѣ о *Salpa africana* и *S. zonaria* (фиксация въ сулемѣ + уксусная кислота, окраска гематениномъ Апати и желѣзнымъ гематоксилиномъ; особенно можно рекомендовать послѣдній).

¹ W. Salensky. Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen (Mitth. aus der zoolog. Station zu Neapel. Bd. 4, 1888).

² K. Heider. Mitteilungen über die Embryonalentwicklung der Salpen (Verh. d. deutsch. Zool. Gesellsch. 3-te Jahresversammlung zu Göttingen 1893).

³ K. Heider. Über die Bedeutung der Follikelzellen in der Embryonalentwicklung d. Salpen (Sitzb. der. Gesell. d. naturforsch. Freunde zu Berlin Jahrg. 1893).

⁴ K. Heider. Beiträge z. Embryologie von *Salpa fusiformis* (Abhandl. d. Senkenbergischen naturforschende Gesellschaft. B. XVIII, 1895).

Послѣ моей первой работы, надъ развитіемъ *S. fusiformis* работали Гейдеръ и Коротневъ. Оба пришли въ общемъ къ сходящему результату, т. е. что зародышъ строится изъ бластомеръ, а калиммоциты или поѣдаются бластомерами (Гейдеръ), или разрушаются. (Коротневъ). Мой взглядъ на развитіе салпъ, какъ и взглядъ Брукса, Гейдеръ считаетъ мало обоснованнымъ. Посмотримъ насколько обоснованъ его взглядъ.

По словамъ Гейдера «сегментация яйца салпъ полная и инэквивалентная» (№ 4 стр. 384). Въ позднихъ стадіяхъ сегментации однако всѣ бластомеры должны быть одинаковой величины и одинаковаго качества (In den späteren Furchungsstadien dagegen zeigen sich die sog. «Blastomeren» sämtlich ungefähr von gleicher Grösse und Beschaffenheit» (№ 4 стр. 387). Къ сожалѣнію, Гейдеръ не говоритъ точно въ какое же время происходитъ уравниваніе бластомеръ въ величинѣ ихъ и качествамъ.

При изслѣдованіи сегментации салпъ очень важно знать съ какою стадіею сегментации имѣешь дѣло. Опредѣляется эта стадія по числу бластомеръ, такъ какъ ихъ меньше, чѣмъ калиммоцитовъ, слѣдовательно и легче сосчитать. Опредѣлить число бластомеръ можно только при помощи реконструкціи разрѣзовъ, хотя бы и самой простой. Я срисовывалъ у *S. zonaria* разрѣзы и, сравнивая ихъ другъ съ другомъ, опредѣлялъ болѣе или менѣе точно сколько бластомеръ въ данномъ яйцѣ. Я получалъ яйца съ 4-мя, 8-ю, 10, 12, 13, 14 и 16 бластомерами, слѣдовательно могъ опредѣлить возрастъ сегментации. Дѣлалъ ли такой подсчетъ Гейдеръ, я не знаю; у него по крайней мѣрѣ не обозначенъ возрастъ сегментации для тѣхъ рисунковъ, которые онъ даетъ на своихъ таблицахъ. Между тѣмъ, такой подсчетъ, основанный на изслѣдованіи каждаго разрѣза, важенъ еще и потому, что онъ позволяетъ опредѣлить относительную величину бластомеръ и рѣшить вопросъ о томъ, есть ли между ними большія и маленькія, или всѣ онѣ одинаковы. Дѣлая выводы только на основаніи одиночныхъ разрѣзовъ, можно легко впасть въ ошибку, такъ какъ на разрѣзахъ попадаютъ одновременно бластомеры, разрѣзанныя во всю длину, и части ихъ. Последнія легко можно принять за микромеры, если не изслѣдовать серіи разрѣзовъ, и такимъ образомъ ошибочно заключить объ инэквивалентности сегментации. Я не отрицаю существованія различій въ величинѣ бластомеръ (правда рѣдкихъ), но считаю совершенно голословнымъ заключеніе Гейдера, что изъ большихъ бластомеръ образуется эпитодермъ, а изъ малыхъ эктодермъ. Бластомеры вообще не участвуютъ въ образованіи зародышевыхъ листовъ, такъ какъ то, что мы съ нѣкоторымъ правомъ можемъ считать зародышевыми листами, происходитъ не изъ бластомеръ, а изъ калиммоцитовъ какъ увидимъ далѣе.

Главный центр тяжести выводов Гейдера заключается въ толкованіи такъ называемыхъ «парцеллъ». Въ моей прежней работѣ о развитіи салпы (*Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen*) я описалъ особыя частички, находящіяся въ раннихъ стадіяхъ развитія blastomeres, имѣющія видъ желточныхъ зернышекъ, и назвалъ ихъ «парцеллами». Тодаро¹ призналъ въ этихъ частичкахъ клѣтки и полагалъ, что онѣ происходятъ отъ дробленія blastomeres. Гейдеръ сначала придерживался моего взгляда, какъ онъ говоритъ, но вдругъ его ослѣпила мысль, что въ этихъ-то парцеллахъ лежатъ разгадка значенія каллимоцитовъ, а слѣдовательно и особенности развитія салпы. Онъ объявляетъ «парцеллы» каллимоцитами, съѣденными blastomeres. Какія же основанія онъ имѣлъ для такого вывода? Видѣлъ ли онъ какъ blastomeres поѣдали каллимоцитовъ? Отвѣтъ на эти вопросы одинъ: онъ не видѣлъ поѣданія каллимоцитовъ и вообще не имѣлъ никакихъ основаній къ такому выводу. По крайней мѣрѣ нигдѣ въ его работахъ не встрѣчается никакихъ намековъ на наблюденія, говорящія въ пользу его взгляда, за исключеніемъ показавшагося ему сходства по формѣ между «парцеллами» и каллимоцитами. Поэтому на гипотезу Гейдера надо смотрѣть какъ на нѣкоторое вдохновеніе, приведшее его, однако, къ ложнымъ заключеніямъ.

Нисколько не смущаясь отсутствіемъ основаній для своей гипотезы, онъ утверждаетъ, что въ той стадіи развитія, гдѣ клоакальныя складки дошли до половины зародыша, всѣ до одного каллимоциты съѣдены blastomeres. Его смущало, вѣроятно, то обстоятельство, что какъ разъ въ этой стадіи вся яйцевая камера набита каллимоцитами. Чтобы обойти этотъ противорѣчающій его гипотезѣ фактъ, онъ выставяетъ новое положеніе, а именно, что во время сегментаціи потомки blastomeres становятся такъ похожи на каллимоцитовъ, что ихъ не отличишь другъ отъ друга. Если бы онъ далъ себѣ трудъ основательно изслѣдовать сегментацію яйца, то убѣдился бы, что у *Salpa fusiformis* вовсе нѣтъ въ этомъ періодѣ такого большого количества blastomeres или ихъ потомковъ, и что максимальное число ихъ 16. При томъ онъ могъ бы замѣтить, что онѣ всегда гораздо больше каллимоцитовъ, и что во всѣхъ стадіяхъ сегментаціи онѣ рѣзко отличаются отъ каллимоцитовъ какъ своею плазмой, такъ и еще болѣе строеніемъ своихъ ядеръ. Въ этомъ можетъ убѣдиться каждый, давшій себѣ трудъ просмотрѣть серію окрашенныхъ разрѣзовъ изъ различныхъ стадій сегментаціи. Дѣлая такой важный

¹ Fr. Todaro. Sui primi fenomeni nello sviluppo delle Salpe (*Atti Acad. dei Lincei*. 3 Ser. *Transunti*. Vol. 4, 1880).

выводъ, что продукты дѣленія маленькихъ бластомеръ не отличимы отъ калиммоцитовъ, онъ не постарался даже подкрѣпить этотъ выводъ соотвѣстственными наблюденіями, достойными вѣроятія. Поэтому я считаю выводы Гейдера поспѣшными и совершенно ни на чемъ не основанными, тѣмъ болѣе, что болѣе обстоятельное наблюденіе надъ происхожденіемъ «парцелль» приводитъ къ заключенію о ихъ природѣ, рѣзко отличающемся отъ Гейдеровскихъ воззрѣній. Объ этомъ дальше.

Теперь перейдемъ къ работѣ Коротнева¹. Она мало занимается сегментацией яйца. Самъ Коротневъ говоритъ, что онъ изслѣдовалъ сегментацию постольку, поскольку это необходимо, чтобы имѣть возможность отличить бластомеры отъ калиммоцитовъ. Какъ разъ въ этомъ отношеніи онъ дѣлаетъ грубую ошибку, принимая калиммоциты за бластомеры (см. его фиг. 1 и 2 bl). Коротневъ не подтверждаетъ Гейдеровскаго взгляда на парцелли какъ на съѣденные бластомерами калиммоциты. По его мнѣнію калиммоциты вообще не поѣдаются, а мало по малу разрушаются, принимая сначала блѣдный, хлоротическій видъ (какъ онъ выражается).

Изъ сравненія взглядовъ всѣхъ авторовъ, отрицающихъ участіе калиммоцитовъ въ построеніи зародыша, мы видимъ, что они очень разнятся другъ отъ друга. Одинъ приписываетъ исчезаніе калиммоцитовъ прожорству бластомеръ (Гейдеръ), другой — умiranію отъ слабости или хлороза (Коротневъ). Одинъ считаетъ «парцелли» съѣденными калиммоцитами (Гейдеръ), другой — продуктомъ дѣленія бластомеръ (Тодаро). Отчего бы ни происходило это развогласіе, оно показываетъ, что наши свѣдѣнія о развитіи салпы далеки отъ полноты и что новыя изслѣдованія въ этой области очень желательны. Это было главнымъ поводомъ къ тому, чтобы вновь переизслѣдовать сегментацию и развитіе *Salpa fusiformis*. Результаты этихъ изслѣдованій я здѣсь вкратцѣ сообщаю.

Яйцевая камера *S. fusiformis* очень похожа на яйцевую камеру *S. maxima*, которую я подробно описалъ въ очеркѣ о созрѣваніи и оплодотвореніи яйца. Она имѣетъ также овальную форму, лежитъ какъ разъ подъ клоакальной оболочкой матеря. Мнѣ не удалось наблюдать самую первую стадію: дѣленіе яйца на двѣ бластомеры; но, судя по слѣдующей стадіи дѣленія, можно заключить, что направленіе первой борозды должно быть тоже, какъ и у *S. maxima*. Яйцо сокращается сильно, наполняетъ только заднюю половину яйцевой камеры (фиг. 1) и дѣлится въ продольномъ направленіи, вѣроятно въ саги-

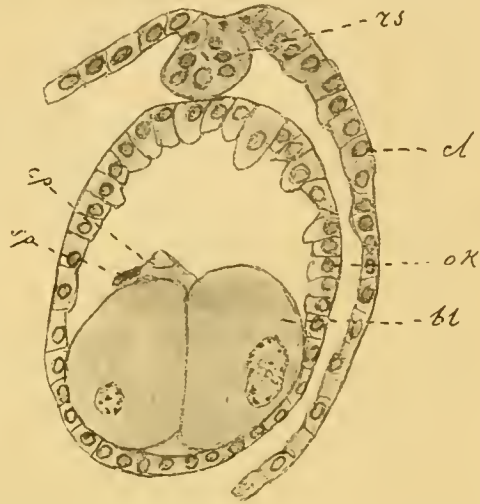
¹ А. Korotneff. Zur Embryologie von *Salpa runcinata-fusiformis*. (Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. LXII).

тальной плоскости на двѣ одинаковыя бластомеры. Слѣдующее дѣленіе яйцевой клѣтки идетъ также въ продольномъ направленіи, перпендикулярно первому. Яйцо, изображенное въ разрѣзѣ на фиг. 1 представляетъ именно эту вторую стадію сегментациі: дѣленіе на четыре бластомеры. На разрѣзѣ видны только двѣ бластомеры, но, изслѣдуя всю серію разрѣзовъ этой яйцевой камеры, можно убѣдиться, что когда оканчиваются разрѣзы показанныхъ на фиг. 1 двухъ бластомеръ, показываются 2 такой же величины бластомеры, такой же формы, съ такою же плазмой и съ такими ядрами. Слѣдовательно дѣленіе яйца на 4 части представляетъ совершенно ясную эквивалентную форму сегментациі.

Плазма бластомеровъ мелкозерниста и кажется на разрѣзахъ однородною. При окраскѣ желѣзнымъ гематоксилиномъ плазма бластомеръ окрашивается гораздо слабѣе, чѣмъ фолликулярныхъ клѣтокъ. Тоже должно ска-

зать и относительно ядеръ. Ядра бластомеръ пузыреобразныя, овальныя, часто удлинены въ лопасти, что придаетъ имъ неправильную форму. Они наполнены свѣтлымъ, не окрашивающимся сокомъ, внутри котораго находятся хроматинныя зернышки, лежащія въ ахроматинномъ остовѣ, очень разнообразно расположенномъ въ видѣ пластинокъ или нитей. Хроматинныя зерна различной величины, часто склеены между собою въ группы. Ядрышка, которое обыкновенно является въ позднихъ стадіяхъ развитія, въ раннихъ я не видѣлъ. Въ этой стадіи развитія ядро бластомеръ не имѣетъ еще такой неправильной, часто изогнутой, лопастиной, какъ бы раздѣленной формы, которая является въ болѣе позднихъ стадіяхъ сегментациі.

На переднемъ полюсѣ бластомеръ лежитъ клѣтка треугольной формы, удлинющаяся по направленію борозды между бластомерами въ прозрачный отростокъ, которымъ она входитъ между послѣдними. Сбоку къ ея поверхности плотно прилегаетъ темно окрашенное гематоксилиномъ овальное тѣльце, которое по окраскѣ и по формѣ напоминаетъ головку спермія. Такія тѣльца очень часто и въ значительномъ количествѣ появляются въ яйцевой



Фиг. 1. Продольный разрѣзъ черезъ яйцевую камеру и яйцо въ стадіи дѣленія на 4 бластомеры (видны только двѣ). *rs* — receptaculum seminis; *cl* — клоакальная оболочка; *ok* — фолликуляръ; *bl* — бластомеры; *sp* — полярная клѣтка; *sr* — головка спермія. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

камерѣ *Salpa africana*. По своей окраскѣ они очень похоже на спермій, находящіеся въ сѣмяпріемникѣ; такой характерной окраски не имѣютъ другія клѣтки, кромѣ спермій. Поэтому я считаю его головкою спермія, проникшею въ яйцевую камеру. Что же касается прозрачной клѣтки, лежащей на переднемъ полюсѣ бластомеръ, то я склоненъ считать ее полярною клѣткою, несмотря на то, что она находится въ передней части яйцевой камеры, а не въ задней, гдѣ обыкновенно образуются и лежатъ полярныя клѣтки. Я прихожу къ этому заключенію потому, что въ этой стадіи развитія клѣтки фолликулы еще низки, не размножаются и не образуютъ каллиммоцитовъ; слѣдовательно это не можетъ быть каллиммоцитъ. Полярныя же клѣтки обладаютъ способностью къ движенію у сальгъ, какъ и у другихъ животныхъ. Отсюда слѣдуетъ, что онѣ могутъ пройти въ промежутокъ между бластомерами и очутиться на переднемъ полюсѣ послѣднихъ. Въ слѣдующей стадіи развитія мы увидимъ такую же клѣтку на томъ же самомъ мѣстѣ.

Разрѣзъ, представленный на фиг. 1, прошелъ какъ разъ въ сагитальномъ направленіи и захватилъ яйцеводъ (*Od*) въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ открывается въ клоакальную полость. Яйцеводъ имѣетъ въ этой стадіи ту-же форму, какъ у *S. africana* въ соотвѣтственной стадіи. Онъ сокращенъ, состоитъ изъ скученныхъ эпителиальныхъ клѣтокъ, между которыми попадаются остатки спермій, не понавшихъ въ яйцевую камеру. Въ этой стадіи яйцеводъ представляетъ только комокъ клѣтокъ, плотно прилегающій къ клоакальной оболочкѣ (*Cl*) и вполне замкнутый; видно также мѣсто полового отверстія въ видѣ маленькаго углубленія клоакальной оболочки (*or*). Слѣды этого отверстія сохраняются въ такомъ видѣ довольно долго.

Ближайшая стадія сегментаціи, которую мнѣ удалось наблюдать, есть дѣленіе яйца на 8 бластомеръ. Эта стадія представлена на фиг. 2 въ продольномъ разрѣзѣ и въ такомъ же положеніи какъ и фиг. 1. Дѣленіе на 8 совершается посредствомъ поперечной борозды. Изъ этого мы видимъ, что ритмъ дробленія яйца въ первыхъ стадіяхъ сегментаціи у сальгъ сохраняетъ всѣ типическія свойства, характерныя для полнаго дробленія яйца, такъ какъ первыя двѣ фазы дѣленія идутъ въ продольномъ, третья — въ поперечномъ направленіи. Восемь бластомеръ ложатся въ два слоя, налегающіе другъ на друга и заключающіе каждый по четыре бластомеры. Въ этой стадіи я также видѣлъ только одну полярную клѣтку какъ и въ предыдущей. Она лежитъ также (фиг. 2) на переднемъ полюсѣ яйца, довольно велика и имѣетъ грушевидную форму; сжатымъ и заостреннымъ своимъ концомъ она вдается между передними бластомерами, передній, расширенный конецъ ея имѣетъ пузыревидную форму и состоитъ изъ прозрачнаго жид-

каго вещества, въ которомъ плаваютъ зернышки, тогда какъ задній конецъ состоитъ изъ темно-окрашенной зернистой плазмы. На границѣ этихъ двухъ отдѣловъ плазмы располагается овальное ядро, богатое зернышками хроматина и, вслѣдствіе этого, интенсивно красящееся гематоксилиномъ.



Фиг. 2. Продольный разрѣзъ черезъ яйцевую камеру и яйцо въ стадіи дѣленія на 8 бластомеръ (видны четыре); *a* — отдѣлившійся каллмоцитъ; *b* — отдѣляющійся каллмоцитъ; *or*—остатокъ полового отверстія; *s*—кровеносный синусъ. Остальныя буквы какъ на фиг. 1. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

Описанная мною сейчасъ стадія сегментаціи представляегъ въ двухъ отношеніяхъ большой интересъ. Во 1-хъ это послѣдняя стадія сегментаціи, въ которой дѣленіе яйца идетъ правильно въ геометрической прогрессіи (2:4:8); въ дальнѣйшихъ стадіяхъ этотъ геометрическій порядокъ уступаетъ мѣсто арифметическому, при которомъ увеличеніе числа бластомеръ происходитъ по два, а иногда по одному. Во 2-хъ, съ этой стадіи дѣленія на 8 бластомеръ начинается миграція фолликулярныхъ клѣтокъ, которыя превращаются въ каллмоциты. Я называю этотъ процессъ миграціей, такъ какъ въ этой стадіи можно очень ясно видѣть какъ клѣтки изъ фолликулярнаго эпителія продвигаются въ полость яйцевой камеры. Одна изъ этихъ клѣтокъ уже отдѣлилась отъ фолликулярной стѣнки (*a*) и лежитъ на поверхности одной изъ бластомеръ между полярной клѣткой и фолликулярнымъ эпителиемъ. Она имѣетъ въ разрѣзѣ полулунную форму и снабжена оваль-

нымъ ядромъ, совершенно похожимъ по своей структурѣ на ядра фолликулярнаго эпителия, красящіяся интенсивно гематоксилиномъ. Въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ этою клѣткою, въ стѣнкѣ фолликула находится другая клѣтка (b), повидимому, готовящаяся къ выходу въ полость яйцевой камеры. Она лежитъ немного наискось въ ряду другихъ клѣтокъ эпителия и плотно граничитъ своимъ концомъ съ предыдущею клѣткою. Ядро ея перемѣщается на ея конецъ, что по всей вѣроятности находится въ связи съ приготовленіемъ этой клѣтки къ миграціи.

Въ общихъ чертахъ строеніе фолликулярнаго эпителия тоже, что и въ предыдущей стадіи. Передняя часть его утолщена и состоитъ изъ высокихъ цилиндрическихъ клѣтокъ; задняя часть, въ которой лежатъ бластомеры, состоитъ изъ сплюснутыхъ клѣтокъ. Миграція фолликулярныхъ клѣтокъ происходитъ на границѣ обоихъ отдѣловъ эпителия; этой границѣ соответствуетъ и передняя граница бластомеръ, чѣмъ и объясняется то обстоятельство, что первыя мигрирующія клѣтки располагаются на передней поверхности группы бластомеръ.

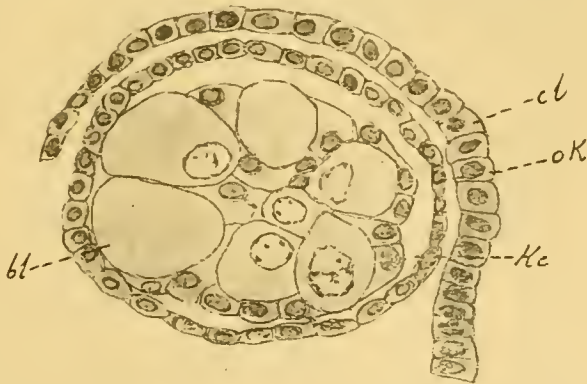
Послѣ раздѣленія яйцевой клѣтки на 8 бластомеръ дальнѣйшее дѣленіе бластомеръ играетъ въ развитіи второстепенную роль. Главное значеніе приобрѣтаютъ, начиная съ этой стадіи развитія, калиммоциты. Они размножаются въ громадныхъ размѣрахъ, скоро обвалакиваютъ бластомеры, выдвигаются между ними и образуютъ вмѣстѣ съ ними комокъ клѣтокъ, — зачатокъ, какъ его можно назвать, — лежащій внутри яйцевой камеры и прикрѣпляющійся въ одномъ мѣстѣ къ стѣнкѣ послѣдней (фолликулярному эпителию). Въ то время, когда число калиммоцитовъ достигаетъ многихъ десятковъ и можетъ быть сотенъ (сосчитать ихъ очень трудно) число бластомеръ въ самыхъ позднихъ стадіяхъ, передъ началомъ органогенеза, не превышаетъ у *Salpa fusiformis* шестнадцати. О поѣданіи калиммоцитовъ бластомерами не можетъ быть рѣчи. Всякому, кто познакомится со строеніемъ яйца въ этотъ періодъ развитія, станетъ яснымъ, что число калиммоцитовъ не только не уменьшается, но напротивъ увеличивается въ громадныхъ размѣрахъ.

Эти процессы мною были описаны уже давно; они совершенно ясны и убѣдительно также и для каждаго, кто разсмотритъ рисунки разрѣзовъ яйца, представленные у Гейдера и Коротнева, утверждающихъ вопреки наибѣйшей очевидности, что бластомеры исчезаютъ, поѣдаясь бластомерами, или распадаясь вслѣдствіе старческой дегенерации. Ни одинъ изъ названныхъ ученыхъ не прослѣдилъ подробно судьбу бластомеръ и калиммоцитовъ, и отношеніе этихъ клѣточныхъ элементовъ другъ къ другу.

Форма яйца во время сегментации изменяется очень мало. Яйцо имеет овальную форму. Изменяется однако положение яйца. В ранних стадиях сегментации яйцо ложится длинной осью параллельно поверхности клоакальной оболочки, к концу сегментации оно становится перпендикулярно последней своею длиною продольною осью. Вследствие этого клоакальная оболочка или эпителиальный бугоръ, который она образуетъ надъ яйцевой камерой, приподнимается и вдаётся все больше и больше внутрь клоакальной полости. Конечнымъ результатомъ этихъ измененийъ является то, что клоакальная оболочка охватываетъ яйцевую камеру и образуетъ надъ нею капюшонъ. Эти явления, известные уже изъ исследованийъ монаховъ и другихъ эмбриологовъ надъ различными видами сальпъ и описанныя для *S. fusiformis* Гейдеромъ, общи для текогонныхъ сальпъ и для *S. zonaria* изъ гимногонныхъ сальпъ. Гистологическія измѣненія, которыя происходятъ въ клоакальной оболочкѣ въ этотъ періодъ развитія и которыя ведутъ къ образованию стѣнки плаценты и клоакальной оболочки зародыша мы рассмотримъ дальше. Теперь же перейдемъ къ обследованію клѣтокъ, образующихся внутри яйцевой камеры, состоящихъ изъ бластомеръ и каллимоцитовъ — зачатка — и дающихъ начало зародышу.

На фиг. 3 изображенъ одинъ разрѣзъ изъ серии разрѣзовъ, проведенныхъ черезъ яйцевую камеру въ стадіи дробленія на 10 бластомеръ. Мы видимъ, что бластомеры частью уже одѣты каллимоцитами, располагающимися на ихъ поверхности и мѣстами проникающими между нихъ. Зачатокъ, состоящій изъ бластомеръ и каллимоцитовъ, далеко не заполняетъ еще полости яйцевой камеры.

Между бластомерами мы находимъ большія и маленькія. Величина, которую мы видимъ на разрѣзахъ, не соответствуетъ вездѣ постоянной величинѣ бластомеръ, такъ какъ она зависитъ отъ того, разрѣзанъ-ли бластомеръ по всей своей длинѣ и ширинѣ или задѣтъ только одной своей частью. Поэтому сравнивая одинъ и тѣ же бластомеры на соседнихъ разрѣзахъ, мы



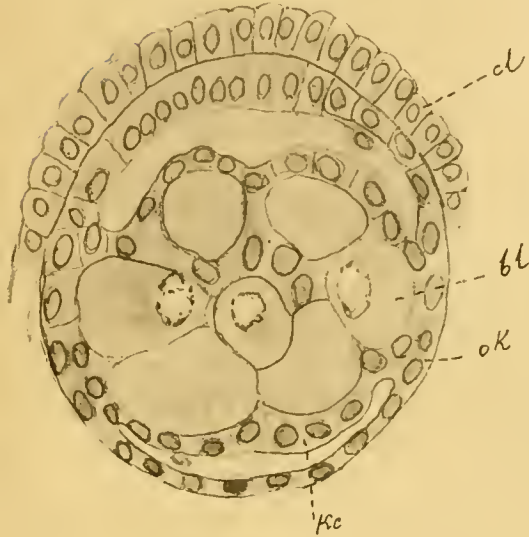
Фиг. 3. Продольный разрѣзъ черезъ яйцевую камеру съ яйцомъ въ стадіи дѣленія на 10 бластомеръ (bl). Обрастаніе бластомеръ каллимоцитами (кк). Остальные буквы, какъ на фиг. 1 и 2. (Zeiss, oc. 4 + Imm. 1,5).

видимъ, что однѣ изъ нихъ, являющіеся на данномъ разрѣзѣ большими, на сосѣднемъ являются маленькими, потому что на послѣднемъ попалъ только ихъ отрѣзокъ. Помимо этого обстоятельства, нельзя, однако, отрицать, что нѣкоторая разница въ величинѣ бластомеръ существуетъ, но она весьма незначительна, и что попадаются, главнымъ образомъ въ средніе комка зародышевыхъ клѣтокъ, очень маленькія клѣтки, которыя и на ближайшемъ разрѣзѣ являются маленькими. Одна изъ такихъ попала и на фиг. 3 въ средніе между бластомерами; это единственная, которую я могъ замѣтить на цѣлой серіи разрѣзовъ изъ этой яйцевой камеры. Говорить на этомъ основаніи о томъ, что при сегментациі яйцевая клѣтка дробится на микромеры и макромеры, строго говоря, можно, разъ попала хотя бы одна эта клѣтка; но говорить о томъ, что такое различіе между бластомерами имѣетъ перспективное значеніе, что изъ большихъ клѣтокъ образуется энтодерма, а изъ малыхъ — эктодерма, какъ это дѣлаетъ Гейдеръ, нѣтъ ни малѣйшаго основанія, тѣмъ болѣе, что эта маленькая клѣтка, микромеръ, именно лежитъ не на поверхности, а внутри сегментирующагося яйца. При этомъ надо замѣтить, что такія маленькія бластомеры попадаютъ не на всѣхъ стадіяхъ развитія. На разрѣзѣ въ стадіи дробленія въ 12 бластомеръ (фиг. 4) мы опять видимъ такую же маленькую бластомеру, окруженную большими; на этотъ разъ можно убѣдиться на слѣдующемъ разрѣзѣ, что она составляетъ только часть бластомеры, мало уступающей по своей величинѣ другимъ бластомерамъ.

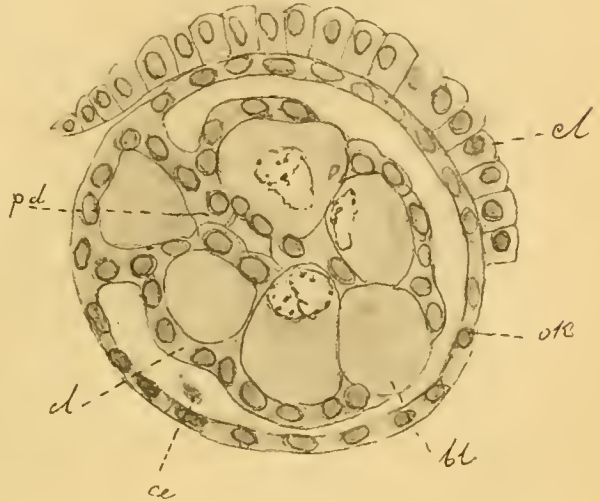
На большинствѣ разрѣзовъ черезъ яйцевую камеру, содержащую бластомеры съ калиммоцитами видно, что послѣдніе не только прочно связаны между собою, но и фиксированы къ стѣнкѣ яйцевой камеры, т. е. фолликулярному эпителию. Связь бластомеръ между собою и образованіе ими плотной группы достигается тѣмъ, что онѣ обволакиваются калиммоцитами снаружки; связь ихъ со стѣнкою яйцевой камеры достигается тѣми же калиммоцитами, непосредственно соединяющимися съ послѣднею. Эта связь видна только на нѣкоторыхъ разрѣзахъ (одномъ или двухъ), такъ какъ она очень тонка. На фиг. 4 А представленъ разрѣзъ, проведенный именно черезъ то мѣсто, гдѣ группа зародышевыхъ клѣтокъ прикрѣпляется къ фолликулярному эпителию. Этотъ разрѣзъ особенно поучителенъ какъ для уясненія себѣ способа прикрѣпленія «зачатка», такъ и для уясненія дальнѣйшихъ стадій развитія. Какъ видно изъ приведеннаго сейчасть рисунка на одномъ полюсѣ яйцевой камеры отъ фолликулярнаго эпителия отходитъ группа калиммоцитовъ, образующая родъ стержня, который плотно обхватывается со всѣхъ сторонъ бластомерами, подобно тому какъ зерна плода маиса обхватываютъ

коническій стержень, ложе, на которомъ они сидятъ. На разрёзѣ (4А) пять blastomeres, окружающихъ калиммоцитовый стержень, расположены подко-
вообразно, въ дѣйствительности же онѣ образуютъ шапочку, надѣтую на
стержень. Когда образуется этотъ калиммоцитовый стержень я не могъ рѣ-

Фиг. 4.



Фиг. 4А.



Фиг. 4 и 4А. Два разрёза черезъ яйцевую камеру съ зачаткомъ въ стадіи дѣленія на 12 blastomeres; *pd*—ножка изъ калиммоцитовъ, которой зачатокъ прикрѣплёнъ къ стѣнкѣ яйцевой камеры. Буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ; *ce*—клетка вѣроятно отдѣлившаяся отъ зачатка, свободно лежащая въ полости яйцевой камеры. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

шить. Мы видѣли, что въ стадіи 8 blastomeres, когда только что начинается образование калиммоцитовъ, послѣдніе налегаютъ на поверхность близъ лежащихъ blastomeres; вѣроятно образование калиммоцитнаго стержня происходитъ впослѣдствіи путемъ пролифераціи фолликулярнаго эпителія и начинается на одномъ полюсѣ яйца, тогда какъ первые калиммоциты начинаютъ образоваться почти на экваторѣ яйцевой камеры.

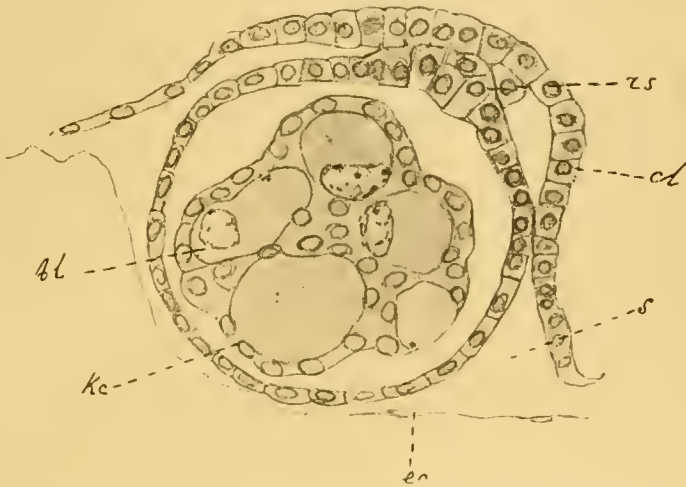
Калиммоцитный стержень виденъ на немногихъ разрёзахъ стадіи 12-ти blastomeres въ такомъ видѣ, какъ мы сейчасъ рассмотрѣли; такъ какъ онъ не широкъ. Связь калиммоцитнаго стержня съ фолликулярнымъ эпителиемъ несомнѣнно свидѣтельствуетъ о томъ, что онъ образуется изъ послѣдняго. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ прикрѣпляется къ фолликулярному эпителию идетъ наиболѣе энергичная пролиферація фолликулярныхъ клетокъ

внутри сегментированного яйца. Эти клетки встречают наименьшее сопротивление между ближайшими blastomeres и выдвигаются между ними, сначала облекая их, а потом и проникая в форму толстого клеточного ствола между ними и далее в центр группы blastomeres. Весьма вероятно, что калиммоцитный ствол есть главный источник калиммоцитов, занимающих центральное положение в зачатке; его нельзя, конечно, считать единственным источником этих калиммоцитов, так как часть поверхностных калиммоцитов, облекающих blastomeres, несомненно проникают также внутрь и там служат для увеличения массы центральных калиммоцитов.

Мы видели из расположения blastomeres на разрывах фиг. 4 и 4А, что они образуют вместе как бы чехол, или шапочку, надвинутую на калиммоцитный стержень и окружают в центре полость, наполненную калиммоцитами. В общем они, по своему расположению, напоминают blastoderму, окружающую blastocel, с тем различием, что в нашем случае эта blastoderma снабжена отверстием для прохода калиммоцитного ствола. Такое сходство с blastодермой и с blastоцелем может подать повод для толкования сегментации *S. fusiformis* (и вероятно многих других видов салпы) в смысле образования стадий blastула. На сколько такое толкование имеет фактических оснований сказать теперь очень трудно, тем более что эту форму расположения blastomeres можно также объяснить как результат чисто механических условий сегментации. Судя по совершенной правильности первых трех стадий дробления яйца (на 2, 4 и 8 blastomeres) можно с большим вероятием принять, что прототипом сегментации салпы была правильная и полная сегментация, оканчивающаяся обыкновенно образованием blastула с развитым blastоцелем. В пользу этого говорит и то, что blastomeres и во время дальнейших стадий сегментации прижимаются друг к другу и только в период образования первых органов, расходятся в массу калиммоцитной ткани. В образовании калиммоцитов, облегающих blastomeres и раздвигающих их друг от друга, следует видеть механическую причину как отклонения первоначальной правильной сегментации, так и задержки дробления яйца. Само собою понятно, что blastomeres, окруженные со всех сторон калиммоцитами, сдавленные последними, не имеют возможности делиться так же энергично, как они делились прежде, или же должны изменить форму деления, что мы и увидим дальше при обзорѣ поздних стадий сегментации.

Наличность причинной связи между задержкой дробления blastomeres и

разроста́нiемъ калиммоцитовъ видна очень ясно при сравненiи различныхъ стадiй сегментацiи между собою. Въ стадiяхъ дробленiя на 10 и 12 бластомеръ калиммоциты не образуютъ еще полной оболочки надъ бластомерами и проникаютъ въ ограниченномъ количествѣ между бластомерами въ средину зачатка. Уже между дѣленiемъ на 10 и на 12 бластомеръ видна нѣкоторая разни́ца въ развитiи калиммоцитовъ. Еще больше проявляется эта разни́ца въ стадiи дѣленiя на 13 бластомеръ (фиг. 5), гдѣ гораздо большее колп-



Фиг. 5. Продольный разръзъ черезъ яйцевую камеру и зачатокъ въ стадiи дѣленiя на 13 бластомеръ; *ec* — эктодермъ материнскаго тѣла; *re* — *receptaculum seminis* (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

чество калиммоцитовъ пропикло внутрь зачатка. Наиболѣе усиленная пролиферацiя калиммоцитовъ происходитъ въ послѣднiя стадiи сегментацiи, когда яйцевая камера съ зачаткомъ внутри представляетъ длинный мѣшокъ, расширенный внизу и одѣтый въ значительной своей передней и средней части клоакальной оболочкой. Здѣсь почти вся полость яйцевой камеры наполнена калиммоцитами, которые до такой степени раздвигаютъ бластомеры другъ отъ друга, что послѣднiе являются какъ бы вкрапленными внутрь калиммоцитной массы (фиг. 10).

Чрезвычайно важно уяснить себѣ отношенiе калиммоцитной массы къ бластомерамъ. Если мы изслѣдуемъ подробнѣе расположенiе ядеръ и самихъ калиммоцитовъ (если можно ясно видѣть ихъ границы), то мы можемъ различить двоякаго рода калиммоциты по ихъ расположенiю. Одни изъ нихъ окружаютъ бластомеры и образуютъ вокругъ нихъ родъ капсулъ, другiе располагаются между капсулами, окружающими бластомеры. Разницы

между тѣми и другими въ строеніи нѣтъ никакой; вся разница заключается въ ихъ расположеніи. Во многихъ случаяхъ въ этой стадіи развитія, какъ и въ послѣдующихъ стадіяхъ, тѣло бластомеры вынадеетъ на разрѣзахъ, и тогда можно ясно видѣть, что бластомера лежитъ въ полости, окруженной кольцомъ калиммоцитовъ (фиг. 11). Изслѣдуя ближе эту полость, можно убѣдиться въ томъ, что кольцо калиммоцитовъ, окружающее бластомеру отдѣлено отъ послѣдней тонкой безструктурной кутикулярной оболочкой. Такимъ образомъ каждая бластомера лежитъ въ особой капсулѣ какъ въ гнѣздѣ, выстланномъ тонкой оболочкой. Это обстоятельство является весьма важнымъ въ вопросѣ: могутъ ли калиммоциты, окружающіе бластомеры и образующіе вокругъ нихъ плотную капсулу, проникнуть внутрь этой полости и при случаѣ быть съѣденными бластомерами. Теоретически такую возможность отрицать нельзя, такъ какъ оболочка не можетъ еще служить преградой для прохожденія кѣтки. Мы знаемъ, однако, вмѣстѣ съ тѣмъ, что кѣтки, проникающія черезъ оболочки (лейкоциты, фагоциты и многія другія кѣтки) обладаютъ въ такихъ случаяхъ подвижностью. Калиммоциты же не обладаютъ способностью движенія. Никогда ни я, ни эмбриологи, утверждающіе будто бы калиммоциты пожираются бластомерами, не видѣли амебообразно подвижныхъ калиммоцитовъ. Если калиммоциты мигрируютъ изъ фолликулярнаго эпителія и ложатся на поверхности бластомеровъ, какъ это, напр., имѣетъ мѣсто въ стадіи перваго ихъ появленія (фиг. 2), то здѣсь мы имѣемъ дѣло съ ростомъ фолликулярной кѣтки и проталкиваніемъ ея изъ фолликулярнаго эпителія подъ давленіемъ сосѣднихъ кѣтокъ, но не съ произвольнымъ движеніемъ.

Въ тѣхъ же стадіяхъ развитія, гдѣ появляются впервые такъ называемыя «парцеллы» или «желточныя тѣла», о которыхъ была рѣчь впереди и гдѣ Гейдеръ видитъ поѣданіе калиммоцитовъ, въ стадіи 16 бластомеровъ (фиг. 7 и 8), калиммоциты лежатъ такъ плотно другъ къ другу, что даже границы ихъ видны не всегда. Поэтому, я не только отрицаю поѣданіе калиммоцитовъ бластомерами, но отрицаю и возможность такого поѣданія, при тѣхъ условіяхъ, при которыхъ находятся бластомеры и калиммоциты въ зачаткѣ.

Отвергая гипотезу Гейдера о поѣданіи калиммоцитовъ бластомерами, я, естественно, долженъ отвѣтить на вопросъ: что же представляютъ собою тѣла, найденныя мною въ бластомерахъ различныхъ салынъ, названныя парцеллами и считающіяся Гейдеромъ за съѣденныя бластомеры?

Въ моей прежней работѣ я не обратилъ достаточнаго вниманія на строеніи парцеллъ, придавая имъ значеніе желточныхъ зернышекъ. Я опи-

саль ихъ тогда какъ разбѣиыны въ плазмѣ бластомеръ частицы, отличающіяся извѣстной характерной формой и извѣстными физическими качествами. Я ихъ наблюдалъ у *S. pinnata*, *S. africana* и *S. punctata*; у *S. fusiformis* я тогда ихъ не наблюдалъ, такъ какъ вообще не наблюдалъ тогда сегментаціи у этой сальпы. Теперешній опытъ научилъ меня, что для изслѣдованія тонкаго строенія бластомеръ, а слѣдовательно для изученія строенія парцеллъ необходимо наблюденіе при гораздо болѣе сильныхъ увеличеніяхъ, чѣмъ тѣ, которыми я пользовался тогда, и прослѣдить ихъ на серіяхъ разрѣзовъ, и что только такимъ путемъ можно выяснитъ природу ихъ и отношеніе ихъ къ плазмѣ бластомеръ. Надо имѣть въ виду, что бластомеры суть довольно большія кѣтки и что такъ называемыя парцеллы находятся въ различныхъ частяхъ бластомеры, слѣдовательно на разрѣзахъ онѣ могутъ быть перерѣзаны въ самыхъ различныхъ направленіяхъ и являются вслѣдствіе этого какъ будто разбѣиыными въ плазмѣ бластомеръ; въ такомъ видѣ я ихъ и описалъ. Для того, чтобы видѣть связь парцеллъ съ плазмой бластомеръ, необходимо выбрать особенно удачныя разрѣзы черезъ бластомеры, гдѣ бластомера разрѣзана въ продольномъ направленіи и всѣ части ея плазмы видны въ ихъ натуральной связи другъ съ другомъ. Такіе разрѣзы, изслѣдованныя мною при сильныхъ увеличеніяхъ (Zeiss Apochr. Im. 1,5 + Oc. 4) показали мнѣ, что «парцеллы», какъ частички, отдѣльныя отъ плазмы и заключенныя только въ ней, не существуютъ, а что они суть интегрированныя части самой плазмы бластомеръ, кажущіяся отдѣльными только на разрѣзахъ, проведенныхъ черезъ боковыя части плазмы, на которыхъ видны только ихъ отрѣзки.

Мы видѣли при описаніи раннихъ стадій сегментаціи, что бластомеры состоятъ въ этихъ стадіяхъ изъ однородной мелкозернистой плазмы, имѣющей въ большинствѣ случаевъ сферическую форму, болѣе или менѣе видоизмѣненную отъ давленія окружающихъ кѣтокъ. Въ болѣе позднихъ стадіяхъ сегментаціи они лежатъ въ особыхъ полостяхъ, стѣнки которыхъ состоятъ изъ каллимоцитовъ, выделяющихъ пограничную оболочку этихъ полостей. Благодаря такому, относительно свободному положенію, бластомеры, обладающіе до извѣстной степени способностью движенія внутри этихъ полостей, не могутъ, однако, изъ нихъ выйти.

Онѣ могутъ сокращаться въ тѣхъ полостяхъ, въ которыхъ лежатъ, могутъ образовывать плазматическіе отростки. И дѣйствительно, къ концу сегментаціи мы замѣчаемъ уже первые признаки измѣненія формы бластомеръ, которыя становятся впоследствии очень характерными и оригинальными.

На фиг. 6 представленъ одинъ изъ разрѣзовъ черезъ яйцевую камеру въ стадіи дѣленія на 14 бластомеръ. Разрѣзъ прошелъ черезъ боковую часть зачатка, который вслѣдствіе этого находится свободно въ яйцевой камерѣ.

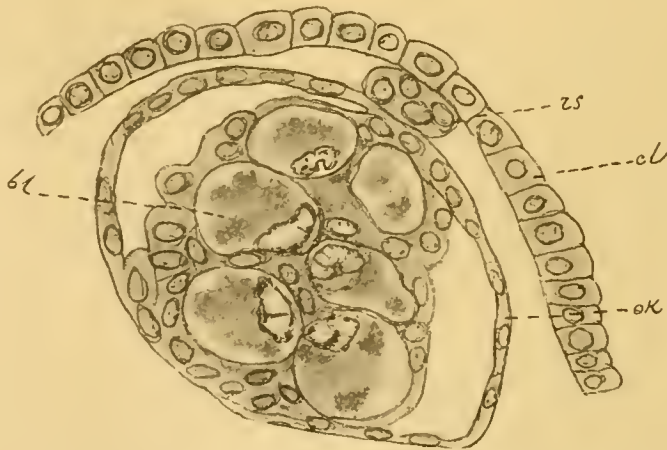


Фиг. 6. Разрѣзъ черезъ яйцевую камеру и зачатокъ въ стадіи, когда начинается образование лопастныхъ отростковъ въ плазмѣ бластомеръ (см. *bl* а и *b* — двѣ бластомеры, въ которыхъ именно начинаются эти измѣненія); остальные буквы какъ на фиг. 1. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

Въ разрѣзъ попали 5 бластомеръ, одѣтыхъ слоемъ калиммоцитовъ; изъ нихъ въ трехъ видныя ядра. Изслѣдуя подробнѣе эти калиммоциты, мы видимъ, что по крайней мѣрѣ въ двухъ изъ нихъ плазма отстала отъ стѣнки калиммоцитной капсулы; часть ея, лежащая вокругъ ядра цѣльная, периферическая же часть раздѣлилась на двѣ лопасти (фиг. 6, *a* и *b*). Въ остальныхъ бластомерахъ плазма неизмѣнена; только въ одномъ бластомерѣ она не вполне однородна вездѣ, состоитъ въ одной части изъ болѣе мелкозернистой и болѣе окрашенной

плазмы, чѣмъ въ другой. Эту стадію развитія представляетъ первое начало образованія лопастей плазмой бластомеръ.

Въ слѣдующей за симъ стадіи развитія (фиг. 7) всѣ бластомеры, сократившись, отстали отъ калиммоцитной капсулы и лежатъ свободно въ полостяхъ. Плазма всѣхъ бластомеръ вытягивается въ маленькіе лопастные



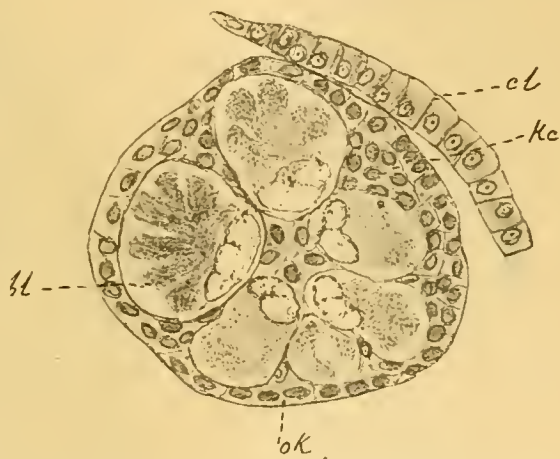
Фиг. 7. Разрѣзъ черезъ яйцевую камеру съ зачаткомъ во время дальнѣйшаго развитія лопастныхъ отростковъ изъ плазмы бластомеръ (*bl*) 16 бластомеръ. Буквы какъ на фиг. 1 и предыдущихъ фигурахъ. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

отростки, которые имѣютъ видъ полукруглыхъ фестоновъ, выходящихъ на полюсъ противоположномъ ядру. Пузыристое ядро, наполненное прозрачною жидкостью съ протянутыми въ ней нитями, снабженными зернышками хроматина, имѣетъ неправильную форму сплюснутыхъ и вытянутыхъ оваловъ; иногда зернышки хроматина скопляются посрединѣ ядеръ въ видѣ перегородокъ, придающихъ ядру видъ, какъ будто оно находится въ состояніи дѣленія. Плазма, лежащая вокругъ ядра, гораздо свѣтлѣе той, которая составляетъ лопасти, что объясняется, вѣроятно, болѣе болѣе скопленіемъ зернышекъ въ лопастяхъ.

На разрѣзѣ (фиг. 8) изъ яйцевой камеры съ 16-ю бластомерами, бластомеры снабжены различнымъ количествомъ лопастныхъ отростковъ различной формы. У нѣкоторыхъ бластомеръ они тонки и длинны, закруглены или притуплены на концахъ, у другихъ толсты и коротки, какъ на стадіи фиг. 7. Вездѣ концевая ихъ часть состоитъ изъ болѣе уплотненной плазмы и потому темнѣе, чѣмъ центральная ихъ часть, лежащая ближе къ центральной плазмѣ, окружающей ядро.

Тѣ картины, которыя мы видимъ на разрѣзахъ, прошедшихъ черезъ бластомеру съ ея отростками (фиг. 7 и 8) значительно отличаются, однако, отъ такихъ разрѣзовъ, которые прошли черезъ перифе-

рическую часть отростковъ плазмы бластомеръ, гдѣ эти отростки являются дѣйствительно въ формѣ частичекъ, «парцелль», отдѣльных какъ будто отъ плазмы, окружающей ядро. Чтобы убѣдиться, что эти, кажущіяся отдѣльными, частички суть ничто иное какъ перерѣзанные отростки плазмы, надо изслѣдовать всю серію рисунковъ черезъ бластомеры. На фиг. 9а, б, в представлены три послѣдовательные разрѣза черезъ 2 бластомеры. На фиг. 9а разрѣзъ прошелъ черезъ периферическую часть бластомеръ; въ обѣихъ бластомерахъ видны части отростковъ плазмы въ видѣ частичекъ или парцелль, совершенно такихъ, какіе нарисованы въ моей работѣ (Neue Untersuchungen etc. Табл. 11 фиг. 14^{rin}, 16 фиг. 6^{af} и проч.). Въ слѣдую-

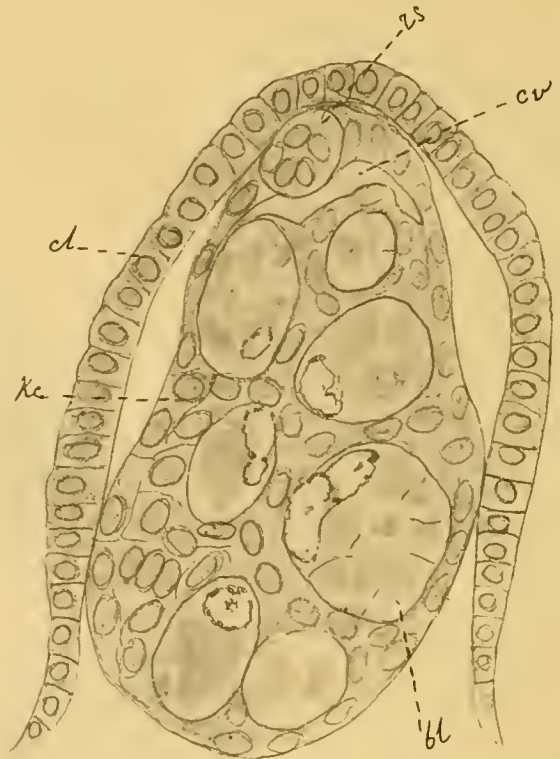


Фиг. 8. Разрѣзъ черезъ яйцевую камеру съ зачаткомъ въ періодъ полного развитія лопастныхъ отростковъ бластомеръ. Буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

ищемъ разрѣзѣ (фиг. 9b) мы видимъ тѣ же парцеллы, но уже соединенныя вмѣстѣ и имѣющія форму лопастей. Наконецъ, на разрѣзѣ фиг. 9c обѣ бластомеры разрѣзаны черезъ всю плазму и ядро и представляютъ картину, которую мы видимъ на фигурахъ 7 и 8, гдѣ отъ плазмы, заключающей ядро, отходятъ въ разныя стороны отростки. Я привожу описаніе этихъ разрѣзовъ съ цѣлью показать до какой степени важно изслѣдованіе цѣлой серіи разрѣзовъ, а не одного только разрѣза. При этомъ въ моихъ прежнихъ изслѣдо-



Фиг. 9. Три слѣдующихъ другъ за другомъ разрѣза черезъ бластомеры во время полного развитія лопастныхъ отростковъ, для того чтобы показать, что частичныя перерѣзки ихъ можно принять за отдѣльныя тѣльца — парцеллы. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).



Фиг. 10. Продольный разрѣзъ черезъ удлинившуюся лицевую камеру, отдѣляющуюся на большей части поверхности клоакальной оболочкой: *cv* — полость яйцевой камеры; *rs* — *receptaculum seminis*, лежащій въ стѣнкѣ лицевой камеры. Остальныя буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1,5).

ваніяхъ, мнѣ казалось до такой степени ясно, что такъ называемые парцеллы представляютъ желточные зерна, что я ограничился довольно бѣглымъ обзоромъ разрѣзовъ, оставивъ не выясненнымъ отношенія этихъ парцеллъ къ плазмѣ бластомеровъ. Такая же бѣглость изслѣдованія составляетъ причину ошибки Гейдера, который главнымъ образомъ обратилъ вниманіе на

вопросъ: есть ли въ парцелляхъ ядра, и, найдя хотя бы и весьма неясныя ядра, сдѣлалъ очень поспѣшное заключеніе, что парцеллы суть попомощные каллимоциты. Такое заключеніе неосновательно, такъ какъ существованіе ядеръ доказываетъ только то, что эти парцеллы суть клѣтки, но не доказываетъ, чтобы онѣ были поглощены бластомерами. Что же представляютъ изъ себя лопастные отростки плазмы бластомеръ? Этотъ вопросъ можетъ быть разрѣшенъ только изслѣдованіями болѣе позднихъ стадій развитія. Покуда я могу только сказать, что плазматическіе лопастные отростки бластомеръ получаютъ ядра и становятся клѣтками, но это совершается именно тогда, когда по Гейдеру всѣ каллимоциты уже должны быть съѣдены бластомерами. Это дастъ еще одинъ изъ доводовъ противъ теоріи Гейдера.

Мы могли бы на этомъ покопаться съ описаніемъ сегментаціи, еслибы во время этого процесса не происходили чрезвычайно важныя измѣненія въ клоакальной оболочкѣ, ведущія къ образованію плаценты и клоакальнаго покрова. Образованіе этихъ органовъ, происходящихъ изъ материнскаго организма, играющихъ важную физиологическую роль, но не принадлежащихъ яйцевой камерѣ, изъ которой собственно строится зародышъ, мы можемъ рассмотреть теперь же.

Изъ разрѣзовъ черезъ всѣ рассмотрѣнныя до сихъ поръ стадіи сегментаціи (фиг. 3—10), мы видимъ, что клоакальная оболочка довольно близко прилегаетъ къ яйцевой камерѣ, образуетъ надъ ней сводъ, который вмѣстѣ съ тѣмъ и ограничиваетъ кровеносный синусъ, въ которомъ располагается яйцо. Въ эту клоакальную оболочку открывается яйцеводъ половымъ отверстіемъ, которое послѣ оплодотворенія яйца замыкается; яйцеводъ остается, однако, до конечныхъ стадій сегментаціи. Къ концу сегментаціи яйцевая камера вмѣстѣ съ заключеннымъ въ ней зачаткомъ сильно удлинняется (фиг. 10) и становится перпендикулярно къ клоакальной оболочкѣ (*cl*). Последняя слѣдуетъ за измѣненіемъ формы яйцевой камеры и образуетъ надъ нею чехоль, прикрывающій ее почти по всей длинѣ, за исключеніемъ нижней части, которая свободна вдается въ кровяной синусъ. Все яйцо омывается и въ этой стадіи кровью, которая протекаетъ между яйцевой камерой и клоакальной оболочкой.

Въ этой стадіи развитія можно уже замѣтить небольшую разницу въ толщинѣ между верхней частью клоакальной оболочки, прилегающей къ верхушкѣ яйцевой камеры, и нижней ея частью, переходящей въ стѣнку клоаки. Первая изъ этихъ частей становится нѣсколько тоньше второй. Последняя также утончается книзу, гдѣ она постепенно переходитъ въ стѣнку материнской клоаки. Еще сильнѣе проявляется эта разница въ слѣдующей стадіи (фиг. 11), гдѣ уже совершенно ясно обособляется изъ нижней части клоа-

кальной оболочки зачаток плаценты. Верхняя часть клоакальной оболочки теперь совершенно плотно прилегает къ яйцевой камерѣ и обнимаетъ болѣе $\frac{2}{3}$ всей ея поверхности. Поверхность яйцевой камеры покрыта эпителиальнымъ



Фиг. 11. Продольный разрѣзъ черезъ зародыша во время дифференцированія клоакальной оболочки на клоакальный колпачекъ (*cp*) и плаценту (*pl*); *cp's* — капсулы, изъ которыхъ выпали бластомеры; *bs* — кровяная почка; *s* — кровеносная пазуха вокругъ кровяной почки; кровяныя пазухи собственно плаценты. (Zeiss. oc. 4 + Imm. 1.5).

слоемъ, въ которомъ мы легко узнаемъ фолликулярный эпителий (*ok*); внутри ея находится зачатокъ, состоящій изъ бластомеръ и каллимоцитовъ. Нижняя часть яйцевой камеры вдается свободно въ кровеносный синусъ (*s*). На шпикнемъ полюсѣ яйцевой камеры фолликулярный эпителий вырастаетъ въ видѣ полого отростка внутрь кровеноснаго синуса (*bs*). Этотъ отростокъ принято называть, по почину Тодаро кровеобразовательной почкой, хотя онъ собственно говоря ника-

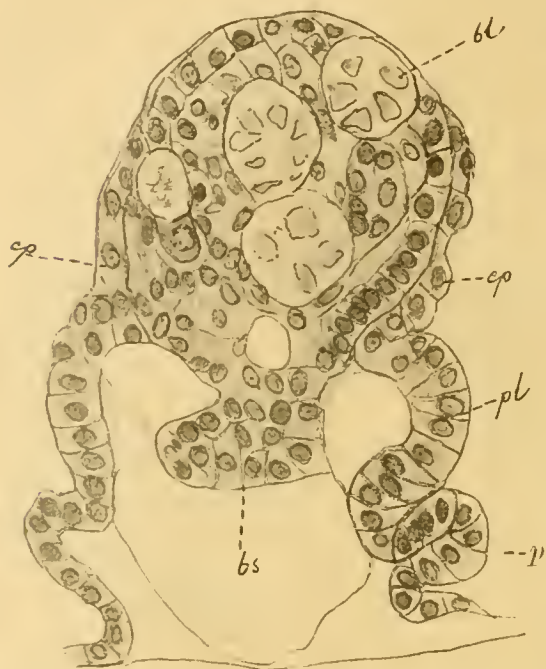
кого участія въ кровеобразованіи не принимаетъ.

Нижняя часть клоакальной оболочки теперь рѣзко отличается и по формѣ и по строенію отъ верхней, такъ что мы съ полнымъ правомъ можемъ объ эти части обозначить отдѣльными названіями. Верхняя часть, прилегающая къ яйцевой камерѣ (*cp*), можетъ быть названа *клоакальнымъ колпачкомъ*. Она состоитъ изъ слоя гораздо меньшихъ эпителиальныхъ клѣтокъ, нежели нижняя. Нижняя часть (*pl*), обнимающая собою кровеносный синусъ, очень сильно выпячивается и состоитъ теперь изъ большихъ цилиндрическихъ эпителиальныхъ клѣтокъ. Подобно тому, какъ въ стадіи нарисованной на фиг. 10, онъ книзу постепенно утончается и незаметно переходитъ въ клоакальную стѣнку. Эта часть клоакальной оболочки составляетъ зачатокъ боковой стѣнки плаценты.

Кровеносная полость, которая въ предыдущей стадіи составляла одну нераздѣльную полость, простирающуюся, какъ мы видѣли, вверхъ между яйцевой камерой и клоакальной оболочкой, теперь нѣсколько измѣняется. Во 1-хъ она замыкается тонкой оболочкой въ своей верхней части, какъ разъ соответственно верхней границѣ плаценты. Вслѣдствіе этого кровь не можетъ проникать въ верхнюю часть зародыша между яйцевой камерой и клоакальнымъ покровомъ, а концентрируется въ полости плаценты, которая является теперь главнымъ питательнымъ очагомъ зародыша. Во 2-хъ та же тонкая оболочка, которая ограничиваетъ кровяную полость одной плацентой, спускается внизъ и раздѣляетъ кровяную полость на 2 части: центральную, въ которую вдается кровеобразовательная почка, и периферическую, принадлежащую собственно плацентѣ. Надо полагать, что такое раздѣленіе кровяной полости служитъ для раздѣленія кровяного тока, который, вѣроятно, въ одной части, напр., периферической движется въ одну сторону, въ другой — въ другую.

Мы приходимъ, наконецъ, къ послѣдней стадіи изъ періода сегментациі, въ которой начинается образованіе клоакальной складки (фиг. 12). Плацента (*pl*) совершенно уже дифференцировалась отъ клоакальнаго колпачка (*cp*). На нижней части плаценты образуется складка, которая, по всей вѣроятности, уже теперь раздѣлена на 2 складки: правую и лѣвую, но они на разрѣзѣ не видны. Эти складки (*p*), судя по величинѣ клѣтокъ, изъ которыхъ онѣ состоятъ, образуются нижней частью плаценты, а не клоакальной стѣнкой, клѣтки которой гораздо больше. Собственно въ стѣнкѣ плаценты не видно особыхъ измѣненій; она состоитъ, по прежнему изъ большихъ эпителиальныхъ стѣпокъ. Гораздо существеннѣе измѣненія въ клоакальномъ колпачкѣ. Верхняя часть его, покрывающая верхнюю часть яйцевой камеры до такой степени утончается, что видна только въ видѣ тончайшей безструктурной оболочки. Клѣточное строеніе сохраняется только въ нижней части колпачка, примыкающей непосредственно къ плацентѣ. Очевидно, здѣсь мы имѣемъ дѣло съ разрушеніемъ клоакальнаго колпачка, — явленіемъ, свойственнымъ всѣмъ салпамъ, какъ текогоннымъ, такъ и гимногоннымъ. У послѣднихъ, напр., у *S. zonaria*, клоакальный покровъ есть единственный покровъ, защищающій зародыша въ молодыхъ стадіяхъ развитія отъ дѣйствія тока воды, протекающей въ клоакѣ; тогда какъ у текогонныхъ салпъ къ этому покрову прибавляется еще клоакальная складка. Этимъ объясняется, что у текогонныхъ салпъ, какъ у *S. fusiformis*, клоакальный покровъ разрывается гораздо раньше, чѣмъ у *S. zonaria*. Само собою разумѣется, что на основаніи теперешнихъ моихъ изслѣдованій надъ *S. fusiformis* и *S. zonaria* я совершенно

отказываюсь от моего прежняго взгляда на клоакальный покровъ какъ на зачатокъ эктодерма. Этотъ покровъ имѣетъ значеніе провизорной защитной оболочки и не принимаетъ никакого участія въ построенія зародыша.



Фиг. 12. Продольный разрѣзъ черезъ зародыша во время образованія клоакальных складокъ (*p*). Буквы какъ на фиг. 11.

клоакальной оболочкѣ (фиг. 10) яйцеводъ совершенно входитъ въ стѣнку яйцевой камеры и является тамъ въ видѣ круглаго комка клѣтокъ, ясно отдѣленнаго отъ клѣтокъ фолликулярнаго эпителія (фиг. 10 *rs*). Во время дальнѣйшихъ стадій развитія какъ разъ въ этомъ же мѣстѣ зародыша появляется группа подвижныхъ клѣтокъ, выходящихъ изъ зародыша въ промежутокъ между нимъ и клоакальною складкою. Мнѣ кажется весьма вѣроятнымъ, о чемъ я буду имѣть случай подробнѣе говорить въ одномъ изъ послѣдующихъ сообщеній, что эти клѣтки суть ничто иное, какъ продукты распавшагося яйцевода, вышедшіе изъ фолликулярнаго эпителія.

Въ заключеніе нѣсколько словъ относительно судьбы яйцевода. Средняя, тонкая часть его, какъ извѣстно сокращается еще раньше оплодотворенія. Какимъ образомъ идетъ это сокращеніе объ этомъ я говорю въ моей статьѣ о созрѣваніи и оплодотворенія яйца. Послѣ оплодотворенія яйцеводъ представляетъ мѣшокъ, лежащій между яйцевой камерой и клоакальной оболочкой. Къ концу сегментациі онъ превращается въ плотный комокъ клѣтокъ и сливается съ стѣнкою яйцевой камеры (фолликулярнымъ эпителіемъ). Въ той стадіи сегментациі, когда яйцевая камера удлинняется и принимаетъ положеніе перпендикулярное

Къ вопросу о плечевомъ поясе у *Elasmosaurus* Cope.

(Съ таблицей рисунковъ).

И. И. Православлева.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

Устройство плечевого пояса у эласмозавровъ до настоящаго времени остается не вполне выясненнымъ.

Извѣстно, что среди скелетныхъ остатковъ эласмозавра, впервые описаннаго Копомъ въ 1868—71 гг.¹ (*Elasmos. platyrus* Cope), изъ костей плечевого пояса были найдены: 1) неполный коракоидъ и 2) одна широкая кость, очевидно парная, помѣщавшаяся впереди коракоида. Кость эта, по Копу, напоминаетъ os pubis нѣкоторыхъ черепахъ и имѣла размѣры: 14 дюйм. 9 лин. въ длину и около 13,5 дюймовъ въ ширину. Съ коракоидомъ она сочленялась двумя отростками, среднимъ и краевымъ; между нею и коракоидомъ находился овальный foramen obturatorium. Копъ принималъ эту кость за clavícula или procoracoideum. Съ claviculae, думалъ Копъ, срастался mesosternum, и всѣ три элемента образовывали одну сплошную грудную пластину. Широкое развитіе claviculae является, по мнѣнію Копъ, одной изъ отличительныхъ особенностей *Elasmosaurus*, по

¹ Proceed. Academy of Natur. Scienc. of Philadelphia, 1868. — March. 24-th., July 7-th. Proceed. Boston Soc. Natur. History, vol. XII, p. 265, 1868 — 69; Americ. Naturalist, vol. III, pp. 84—91, 1870; Transactions of the Americ. Philosophic. Society, vol. XIV; Americ. Journ. Sci., vol. 50, sec. ser., 1870. Срав. Preliminary Report of the Un. Stat. Geol. Survey of Wyoming, 1872 (On the fossil reptiles and fishes of the cretaceous rocks of Kansas); Report of the Un. Stat. Geol. Survey of the Territor., Washington, 1875 (The vertebrata of the cretaceous formations of the West); Preliminar. Report of the Un. Stat. Geol. Survey of Montana. Washington 1870 (On the Geology and Palaeontology of the cretaceous strata of Kansas) и др.

сравненію съ остальными *Plesiosaurus*. Какъ соединились у нихъ *clavicula* со *scapula* — указаній на это, пишетъ Конъ, на данномъ скелетѣ не имѣется.

Однако, уже въ 1874 году Сили, разбирая устройство плечевого пояса у различныхъ плезіозавровъ, высказалъ предположеніе, что кости, считаемыя Кономъ у *Elasmosaurus* за *claviculae* или *proscoracoidea*, въ дѣйствительности суть *scapulae*. *Claviculae* у *Elasmosaurus*, пишетъ Сили, не имѣются; нѣтъ у нихъ, вѣроятно, и *interclavicula*. Въ этомъ отношеніи *Elasmosaurus*, думаетъ Сили, можно бы соединить вмѣстѣ съ *Eretmosaurus*, *Colymbosaurus* и *Muraenosaurus*, въ особое семейство *Elasmosauridae*, и обособить отъ остальныхъ *Plesiosauria*, имѣющихъ *interclavicula*¹.

Тѣмъ не менѣе Кономъ, описывая въ 1877 году скелетъ другого эласмозавра, *Elasmos. serpentinus*, онъ указалъ среди костей плечевого пояса животнаго: 1) остатки кораконда, размѣрами 61 см. × 30,5 см., и 2) значительно поломанныя *claviculae*, имѣвшія по Коному:

діаметръ поперечный	31,1 см.
» основанія	14,5 »
» гленоидной впадины	7,0 »

Ни рисунка, ни болѣе подробнаго описанія этихъ костей, Кономъ не было представлено².

Въ появившейся въ 1883 году замѣткѣ Гѣлке «The Anniversary adress of the President»³ былъ предложенъ нѣсколько иной взглядъ на строеніе плечевого пояса у *Elasmosaurus* Соре, отличный какъ отъ взгляда на этотъ вопросъ Сили, такъ и отъ взгляда Кона. По мнѣнію Гѣлке, широкая парная кость, лежащая у эласмозавровъ впереди кораконда, не есть *claviculae* или *proscoracoidea*, какъ думалъ Кономъ; но она не есть и *scapulae* въ томъ смыслѣ, какъ склоненъ думать Сили. Кость эта, думаетъ Гѣлке, есть нечто иное, какъ *praescoracoidea*, вентральная вѣтвь *scapulae*. У всѣхъ вообще плезіозавровъ *scapula*, по Гѣлке, устроена по тому же типу, какъ у черепахъ. Эта кость сложная, и состоитъ: 1) изъ собственно *scapula* и 2) изъ срастающагося съ ней *praescoracoideum*. *Claviculae* у *Sauropterygia* вообще нѣтъ, онѣ замѣнены кожными образованиями. Парная срединная кость, отмѣченная у нѣкоторыхъ плезіозавровъ впереди плечевого пояса,

¹ Seeley. Note on some of the generic modifications of the *Plesiosaurus* Pectoral Arch. Quart. Journ., vol. 30, 1874.

² Bullet. Un. Stat. Geolog. and Geograph. Survey, vol. III, № 3, art. XIX; Americ. Naturalist, vol. XI, 1877.

³ Quart. Journ., vol. 39, 1883.

не может считаться гомологомъ *interclavicula* другихъ рептилій; кость эта въ дѣйствительности соответствуетъ *omosternum* амфибій.

Нѣсколько раньше Гёлке, Оуэнъ также высказался (въ 1883 году) за существованіе сходства въ устройствѣ плечевого пояса у плезиозавровъ, и у черепахъ¹. Между передними концами *scapulae* у плезиозавровъ, по Оуэну, помѣщается широкая кость *episternum*; у *Pliosaurus* она имѣетъ видъ клина, вставленнаго между *scapulae*. Функцию *sternum* несетъ главнымъ образомъ коракоидъ (*coracoidea*)².

Къ взгляду Гёлке на строеніе плечевого пояса у плезиозавровъ и, въ частности, у *Elasmosaurus*, присоединился вскорѣ Лийдеккеръ³, но снѣжившій однако позже отказаться отъ *omosternum* Гёлке⁴.

Въ 1892 году Сили опубликовалъ критическій разборъ указанныхъ воззрѣній Гёлке⁵. Возражая противъ сближенія Гёлке плечевого пояса плезиозавровъ и черепахъ, Сили пыгается показать, что этотъ поясъ устроены у плезиозавровъ одинаково съ ихтиозаврами, нотозаврами и нарейзаврами. Мнѣніе Гёлке, что такъ называемая *scapula* у плезиозавровъ представляетъ собой сложную кость и состоитъ 1) изъ собственно *scapula* и 2) изъ сросшагося съ послѣдней *praecoracoideum*, по Сили, едва-ли отвѣчаетъ дѣйствительности. У плезиозавровъ *praecoracoideum* не обособляется въ видѣ самостоятельнаго элемента; соответствующій хрящъ идетъ у нихъ на увеличеніе *coracoidea* спереди и *scapulae* съ внутренней стороны. Что касается предполагаемаго Гёлке *omosternum* у плезиозавровъ, то говорить о немъ уже потому не приходится, что у нихъ нѣтъ *sternum*. Гдѣ имѣется подобная непарная кость, это *interclavicula*. Въ плечевомъ поясѣ *Elasmosaurus* Копе мы знаемъ лишь *scapulae* и *coracoidea*; *clavicularia* не извѣстны⁶.

Въ своемъ отвѣтѣ на критику Сили, Гёлке продолжаетъ настаивать⁷, что *scapula* у плезиозавровъ есть сложная кость, и состоитъ 1) изъ

¹ Owen. On generic characters in the order *Sauropterygia*. Quart. Journ., vol. 39, 1883.

² Owen. *l. c.* pp. 134 — 136.

³ Lydekker. Notes on the *Sauropterygia* of the Oxford and Kimridge clays. Geol. Magazine, new. ser., Dec. III, vol. V, 1888. Срав. его же: On the skeleton of a *Sauropterygian* from the Oxford clay near Bedford. Quart. Journ., 1889.

⁴ Lydekker. Catalogue foss. Reptilia a. Amphibia British. Museum, part. II, p. 181, 1889.

⁵ Seeley. The Nature of the Shoulder Girdle and Clavicular Arch in *Sauropterygia*. Proceed. of the Royal Society of London, vol. 51, 1892.

⁶ Seeley. *l. c.*, pp. 119 — 148.

⁷ Hulke. On the Shoulder Girdle in *Ichtyosauria* and *Sauropterygia*. Proceed. Roy. Soc. London, vol. 52, 1892.

вентрального луча — *praecoracoideum* и 2) из дорзального луча — собственно *scapula*; оба эти элемента срастаются въ одну кость, такъ называемую *scapula*. Полное соотвѣтствіе между трехлучевой передней костью въ плечевомъ поясѣ черепахъ и такимъ же поясомъ плезіозавровъ, по мнѣнію Гёлке, несомнѣнно. Что касается *omosternum*, то происхожденіе этой кости изъ *episternum*, не требуетъ обязательнаго присутствія *sternum*. Тѣмъ болѣе у плезіозавровъ, сильное развитіе брюшныхъ реберъ могло сопровождаться присутствіемъ хрящевого *sternum*. У нѣкоторыхъ плезіозавровъ удавалось наблюдать шовъ по срединѣ *omosternum*, что указываетъ на образованіе этой кости изъ правой и лѣвой половины¹.

Сплли не замедлилъ возразить², что предполагаемое Гёлке сліяніе въ одну кость *scapula* и *praecoracoideum*, ни у какихъ другихъ рептилій не наблюдается, ни у современныхъ, ни у вымершихъ. Извѣстно сліяніе *coracoideum* съ *praecoracoideum*. У плезіозавровъ *praecoracoideum* вообще отсутствуетъ; опъ редуцированъ у нихъ, сравнительно напримѣръ съ *Anomodontia*, у которыхъ *praecoracoideum* является окостенѣвшимъ, и *Nothosauria*, гдѣ онъ остается хрящевымъ. Что касается допускаемаго Гёлке — *omosternum* у плезіозавровъ, то если эта кость образуется изъ *epicoracoideum*, то вѣдь *epicoracoideum* у плезіозавровъ не извѣстно. *Claviculalia* у плезіозавровъ кожного происхожденія; извѣстенъ случай нахожденія вполне окостенѣвшихъ *claviculae* у очень юнаго плезіозавра, чего не могло быть, если-бы онѣ были хрящевого происхожденія³.

Взглядъ Сплли вскорѣ былъ поддержанъ Кокеномъ, который подтвердилъ⁴, что допускаемое Гёлке сліяніе у плезіозавровъ въ одну кость *scapula* и *praecoracoideum*, ни у одного пресмыкающагося не извѣстно, и что у плезіозавровъ *praecoracoideum* сливается съ *coracoideum*; послѣдній является, такимъ образомъ, сложной костью. Что касается *Elasmosaurus* Соре, думаетъ Кокенъ, то если у лейасовыхъ плезіозавровъ *scapulae* раздвинуты въ стороны развитіемъ *claviculalia*, у *Elasmosaurus* *scapulae* соединяются вентральными концами по срединѣ, и отгнѣспяютъ *claviculae* впередъ или внизъ. Однако очертанія плечевого пояса, въ общемъ остаются тѣ же. *Omosternum*, напримѣръ у *Anura*, дѣйствительно образуется за счетъ

¹ Hulke. L. c., pp. 233 — 235.

² Seeley. Further Observations on the Shoulder Girdle and Clavicular Arch in the *Ichthyosauria* and *Sauropterygia*. Proceed. Roy. Soc. London, vol. 54, 1893.

³ Seeley. L. c., pp. 149 — 168.

⁴ Koken. Beiträge zur Kenntniss der Gattung *Nothosaurus*. Zeitschrift. d. deutsch. Geol. Gesellsch., XLV Bd., 1893.

сростанія посрединѣ парныхъ *epicoracoidea*; но эта кость ничего общаго со *sternum* не имѣетъ¹.

Въ послѣдующее время взгляды Спил на строеніе плечевого пояса у плезиозавровъ и, въ частности, у *Elasmosaurus* Cope, получили развитіе въ работахъ Эндрьюса. Изучивъ рядъ юныхъ и взрослыхъ формъ плезиозавровъ (*Cryptocleidus oxoniensis* Phil), этотъ ученый показаль², что строеніе плечевого пояса у плезиозавровъ нѣсколько измѣняется съ возрастомъ животнаго. У юныхъ формъ переднія части *scapulae* оказываются недоразвитыми; между ними вдвигаются правая и лѣвая *claviculae*, треугольной формы. У болѣе взрослыхъ формъ *scapulae* продвигаются впередъ и оттѣсняють *claviculae* вверхъ, на внутреннюю сторону; соединившіяся *scapulae* принимаютъ функцію *claviculae*. Отсюда, думаетъ Эндрьюсъ, очень правдоподобна возможность полнаго исчезновенія *claviculatia*, какъ это указывается у *Elasmosaurus*. Считать вентральную часть *scapulae* за слившійся съ *scapula* *praecoracoideum* — основаній не имѣется; вѣроятнѣе это вторичный выростъ³. Такая же эволюція плечевого пояса подмѣчается, по Эндрьюсу⁴, и въ исторіи *Sauropterygia*. У триасовыхъ *Nothosaurus* плечевой поясъ состоитъ изъ *scapulae*, расширенныхъ *coracoidea* и болѣе или менѣе полной костной дуги, образующей спереди поперечную перемычку и сутурно соединенную (внѣшними концами) съ небольшимъ вентральнымъ отросткомъ *scapulae*. Дуга эта состоитъ 1) изъ небольшой *interclavicula* и 2) пары удлиненныхъ *claviculae*, соединяющихся внутренними концами одна съ другой, а равно и съ *interclavicula*. У большинства лейасовыхъ *Plesiosaurus* вентральный отростокъ *scapula* увеличивается въ размѣрахъ, расширяется, и въ нѣкоторыхъ случаяхъ доходитъ до соединенія по срединной линіи съ соответствующимъ отросткомъ противолежащей *scapula*. Ключичная дуга, охватываемая снизу вентральнымъ отросткомъ *scapulae*, болѣе и менѣе измѣняется: *interclavicula* увеличивается и распространяется назадъ, по направленію къ *coracoиду*, *claviculae* сильно редуцируются. У *Muraenosaurus*, *Cryptocleidus* и другихъ членовъ сем. *Elasmosauridae*, вентральная вѣтвь *scapulae* достигаетъ еще большаго развитія и распространенія; внутренніе концы *scapulae* сходятся по линіи срединнаго симфизиса и даютъ отростки назадъ, до встрѣчи съ срединнымъ продольнымъ

¹ Koken. L. c., pp. 337 — 377.

² Andrews. On the Development of the Shoulder-girdle of a Plesiosaur (*Cryptocleidus oxoniensis* Phill.) from the Oxford Clay. Ann. Magaz. Natur. Histor., vol. XV, 1895.

³ Andrews. L. c., pp. 333 — 346.

⁴ Andrews. A Descriptive catalogue of the Marine Reptiles of the Oxford clay, part. I, 1910.

отросткомъ коракоида. Вслѣдствіе такого расширенія scapulae, ключичная дуга оказывается лежащей на висцеральной поверхности scapulae, становится нефункциональной, и у взрослыхъ формъ болѣе и менѣе редуцируется: у однихъ — на-цѣло, у другихъ — исчезаютъ claviculae или interclavicula¹.

Эволюція эта, по мнѣнію Эндрыуса, является слѣдствіемъ приспособленія къ водному образу жизни. Если у большинства наземныхъ животныхъ переднія и заднія конечности, при поступательномъ движеніи животного, должны поддерживать всю тяжесть его тѣла, у водныхъ животныхъ задача конечностей сводится главнымъ образомъ къ проталкиванію тѣла животного въ водѣ. Головка limagus'а будетъ давить, при этомъ, главнымъ образомъ по направленію впередъ, на стѣнку гленондной впадины, тогда какъ у наземныхъ животныхъ она давитъ главнымъ образомъ по направленію вверхъ. Возникаетъ, вслѣдствіе этого, необходимость въ поперечной ключичной перемычкѣ, плотно соединенной съ scapulae, чтобы имѣть достаточный упоръ при давленіи по направленію впередъ и внутрь, со стороны гленондной впадины. И мы видимъ, что начиная отъ триасовыхъ *Nothosauridae*, черезъ *Plesiosauridae* къ наиболѣе специализованнымъ *Elasmosauridae*, измѣненія въ плечевомъ поясѣ идутъ именно въ направленіи увеличенія устойчивости въ указанной области. Ключичная дуга постепенно редуцируется; взамѣнъ ея развивается и возрастаетъ въ значеніи вентральная вѣтвь scapulae².

Таковы теоретическія основанія, предложенныя для тѣхъ или иныхъ представленій о плечевомъ поясѣ *Elasmosaurus* Cope. Ими какъ-бы пытались восполнить недостаточность прямыхъ наблюденій по данному вопросу. До недавняго времени единственно извѣстными остатками плечевого пояса эласмозавровъ являлись лишь тѣ обломки, которые были указаны Копомъ среди скелетныхъ остатковъ *Elasm. platyrus* и *Elas. serpentinus*, и толкованіе которыхъ, какъ мы отмѣтили, оказалось впослѣдствіи столь спорнымъ.

Въ послѣднее время Уиллистонъ пытается пополнить фактическій матеріалъ по этому вопросу. Имъ было заявлено³ объ имѣющихся остаткахъ плечевого пояса у нѣкоторыхъ изъ вновь найденныхъ въ С. Америкѣ ископаемыхъ животныхъ, отнесенныхъ Уиллистономъ къ р. *Elasmo-*

¹ Andrews. Descriptiv. catalogue etc., part. I, p. 77.

² Andrews. Ibid.

³ Williston. N. American Plesiosaurus. Americ. Journ. Sci., 4-th ser., vol. XXI, 1906.

saurus Cope: *El. Snowi*, *Elasm.*(?) *Marschi*, *Elasm. ischiadicus*, *Elasm. nobilis*. Но не говоря уже о томъ, что принадлежность къ р. *Elasmosaurus* Cope, напримѣръ костей животнаго, поименованнаго Уиллостономъ *Elasm.* (?) *Marschi*, оставляется подъ вопросомъ самимъ Уиллостономъ¹; и что вообще среди извѣстныхъ до настоящаго времени сѣв.-американскихъ скелетныхъ остатковъ, относимыхъ къ р. *Elasmosaurus* Cope (*El. platyurus* Cope, *El. serpentinus* Cope, *El. orientalis* Cope, *El. intermedius* Cope, *El. Snowi*, *El. Marschi*, *El. ischiadicus*, *El. Sternbergi*, *El. nobilis*), по Уиллустону, «возможно, болѣе того — вѣроятно присутствіе двухъ или даже болѣе различныхъ родовъ»²; помимо всего этого, приводимыя Уиллостономъ фактическія указанія едва-ли исчерпываютъ данный вопросъ.

Такъ, среди скелетныхъ остатковъ *El. Snowi*, Уиллстонъ отмѣчаетъ присутствіе коракопда «настоящаго эласмозавроваго типа, съ широкимъ вырѣзомъ назадъ», посредникъ, и «обѣихъ scapulae обычнаго типа, не очень расширенныхъ въ проscapula'рной части»³. Реконструкція этого пояса, представленная Уиллостономъ⁴, далеко не соответствуетъ тому представлению, которое можно было-бы составить, по даннымъ Кона, о плечѣ канзасскаго *Elasm. platyurus*, являющагося типическимъ представителемъ рода. Къ тому же самъ Уиллстонъ относилъ незадолго предъ тѣмъ скелетные остатки *El. Snowi* къ р. *Cimoliasaurus* (*Cimol. Snowi*)⁵. То же приходится сказать о реконструкціи Риггза (Riggs), приводимой Уиллостономъ въ качествѣ типичной для плечевого пояса эласмозавровъ⁶. Въ существенныхъ чертахъ, реконструкція эта не отличается отъ той, которая дана Уиллостономъ для *Elasm. Snowi*⁷.

Отъ плечевого пояса *Elasm.* (?) *Marschi* Уиллстонъ описываетъ лишь scapula⁸. «Кость эта, пишетъ Уиллстонъ, сильно вытянута со стороны вентрального края и широко выдается до встрѣчи съ противолежащей scapula, по средней линіи. Отъ мѣста симфизиса обѣихъ scapulae отходятъ сзади узкій, удлинненный отростокъ, который однако не доходитъ до соединенія съ коракоподомъ, какъ это имѣетъ мѣсто у *Elasm. platyurus*. Спереди

¹ Williston. L. c., p. 223, 229—231.

² Williston. Ibid. p. 224.

³ Williston. Ibid., p. 230.

⁴ American. Journ. Sci., 4-th ser., vol. XXI, p. 230, fig. 4.

⁵ Williston. N. Americ. Plesiosaurs. Field Columbian Museum, vol. II, № 1, 1903. Справ. Americ. Journ. Sci., 4-th ser., № 123, 1906.

⁶ Williston. Water Reptiles of the Past and Present, p. 86, fig. 39. Chicago, 1914.

⁷ Americ. Journ. Sci., 4-th ser., 1906, p. 228, fig. 2.

⁸ Williston. N. Americ. Plesiosaurs. Americ. Journ. Sci., 1906.

обѣ scapulae широко расходятся, образуя угловатый промежутокъ, для clavulae или interclavicula. Я думаю, добавляетъ Уиллистонъ, что отсутствующая кость есть interclavicula, и что clavulae окажутся какъ у *Cryptocleidus*»¹.

Относительно плечевого пояса *Elasm. ischiadicus* Уиллистонъ сообщаетъ лишь, что среди американскихъ коллекцій «имѣется почти полный плечевой поясъ, кажется, этого именно вида»², который—кстати сказать—относился раньше Уиллистономъ къ р. *Polycotylus*, т. е. къ наиболее короткошеимъ плезиозаврамъ³. Ни описанія, ни рисунка костей Уиллистономъ пока не дано.

Наконецъ, изъ костей плечевого пояса *Elasm. nobilis*, Уиллистонъ называетъ «массивный обломокъ scapula, показывающій широкое и прочное соединеніе съ противолежащей scapula по срединной линіи»⁴, а также «коракондъ, съ очень длиннымъ и сильно стянутымъ у конца заднимъ выступомъ, съ дистальной стороны расширеннымъ (its distal width being a little less than twice that of its least width); верхній задній уголъ острый и не сильно выступающій»⁵. Рисунка и болѣе подробнаго описанія этихъ костей Уиллистономъ пока не представлено.

Въ 1912 году, при раскопкѣ на сѣверѣ Донской Области (хут. Лысовъ, бассейны рѣки Лиски) скелетныхъ остатковъ, оказавшихся, судя по хорошо сохранившимся позвонкамъ, принадлежащими одному изъ представителей р. *Elasmosaurus* Соре, были вынуты обломки плечевого пояса животного. Обломки эти состояли: 1) изъ кусковъ лѣвой scapula; 2) изъ interclavicula и 3) изъ кусковъ лѣваго кораконда. Ниже мы даемъ описаніе этихъ костей.

Scapula.

(Табл. 1, фиг. 2 а, b).

Относимые нами сюда обломки изображены на табл. 1, фиг. 2 а, b.

Фиг. 2 а изображаетъ наибольшій кусокъ лѣвой scapula. Задній участокъ ея, или суставный стволъ scapula, сохранился почти полностью;

¹ Williston. L. c., p. 230.

² Americ. Journ. Sci., 4-th ser., vol. XXI, № 123, p. 231.

³ Williston. Field. Columbian Museum, vol. II, № 1, 1903.

⁴ Americ. Journ. Sci., 4-th ser., p. 233, 1906.

⁵ Ibid., p. 233.

дорсальная вѣтвь сбита вверху и спереди; вентральная вѣтвь сохранилась лишь отчасти у основанія.

По общему очертанію, кость представляется замѣтно вогнутой съ висцеральной стороны, и полуовально выпуклой съ латерально-вентральной стороны.

Задній участокъ ея, или *суставный стволъ* scapula, представляетъ короткую, довольно массивную кость, полуовально-треугольнаго очертанія въ поперечномъ сѣченіи, и слегка выгнутую въ вентрально-латеральномъ направленіи. Суставный конецъ приподнято-оттянутъ по висцеральному краю; висцеральная поверхность ствола кажется поэтому нѣсколько болѣе вогнутой. У наружнаго края стволъ толще (около 3,7 см.); въ сторону внутренняго края онъ нѣсколько утоняется.

Размѣры суставнаго ствола.

Длина, по прямой (воздушной) линіи отъ задне-висцеральнаго края гленоидной поверхности до нижне-задняго угла дорсальной вѣтви scapula	около 9,4 см.
Поперечный діаметръ суставной головки	» 6,8 см.
Поперечный діаметръ дистальнаго конца ствола	» 3—3,3 см.
Ширина суставнаго конца (внутренній край сбитъ)	» 8—9 см. (?).

Отъ гленоидной поверхности сохранилась лишь задняя половина. Поверхность эта, видимо, слегка вогнутая; покрыта болѣе или менѣе крупными бородавчатыми вздутіями¹. Внѣшнія очертанія ея, видимо, близки къ полуовалу, съ діаметрами: 5,7 см. по широтной оси и 6,8 см. по поперечной осп. Площадка для сочлененія съ коракоидомъ сбита; повидимому, она почти равнобедренно-треугольнаго очертанія, съ основаніемъ (со стороны гленоидной поверхности) около 6,2 см., и длиной — около 5—6 см. (?) Относительно гленоидной поверхности площадка эта поставлена, повидимому, почти подъ прямымъ угломъ.

Наружная поверхность суставнаго ствола сильно шероховатая, носить слѣды прикрѣпленія мышцъ. Въ верхней $\frac{1}{3}$ ея замѣтны слѣды сглаженного округло-гребневиднаго вздутія, переходящаго кпереди въ широко-округлый киль, отграничивающій вентральную вѣтвь scapula — отъ ея дорсальной

¹ Быть можетъ, мы имѣемъ въ этомъ указаніе на неполнѣ зрѣлый возрастъ животнаго? По Эндрьюсу, гленоидная поверхность, напр., у *Muraenosaurius*, «is only slightly concave and nearly smooth in specimens in which ossification seems to be approaching completion, but in younger animals it may be roughened, and was no doubt covered with cartilage». Andrews. *Marin. Reptil.*, par. 1, p. 110.

вѣтви. Верхній наружный край ствола округлый, дугообразно переходитъ впередъ въ ниже-задній край дорсальной вѣтви scapula.

Дорсальная вѣтвь scapula обломана по переднему краю и сбита на верхнемъ suprascapula'рномъ концѣ. Длина (вышина) сохранившагося участка около 12,5 см.; толщина кости у основанія 2,2 см., въ верхней половинѣ около 1,85 см. и вверху около 1,7 см. Съ наружной (латеральной) стороны кость нѣсколько вогнута въ продольномъ (высотномъ) направленіи; съ висцеральной стороны она округло-выпукла у задняго края, и нѣсколько утоняется по направленію къ переднему краю. Задній край дорсальной вѣтви, видимо, дугообразно вогнутый; кверху округло сливается съ наружнымъ краемъ суставнаго ствола scapula.

Вентральная вѣтвь scapula сохранилась лишь въ небольшой части, смежной съ дорсальной вѣтвью и съ суставнымъ стволомъ scapula. Она представлена обломкомъ широкой кости, слегка вогнутой съ висцеральной стороны и полого-корытообразно сливающейся съ прилежащими участками дорсальной вѣтви и суставнаго ствола scapula. Съ вентральной стороны она овально-выпукла. Толщина обломка, на границѣ съ дорсальной вѣтвью, около 2,4 см.; въ направленіи передняго и внутренняго краевъ кость нѣсколько утоняется; у передне-верхняго угла толщина обломка 1,7 см., у ниже-внутренняго угла 1,4 см. Ближе къ внутреннему краю кость, повидному, еще болѣе утоняется.

Изображенный на табл. I, фиг. 2b обломокъ кости представляетъ собою, повидному, *симфизіальную часть* вентральной вѣтви лѣвой scapula. Кость сколота съ боковъ; передній край слегка сбить слѣва. Въ общемъ, обломокъ этотъ имѣетъ видъ короткой палицы (пестика), верхній конецъ которой слегка расширенъ и лопатовидно-срѣзанъ съ висцеральной стороны; нижній конецъ представляетъ какъ-бы массивную рукоятку, полуокруглую въ сѣченіи и слегка вогнутую съ лѣвой стороны. Съ нижней (вентральной) стороны кость гладкая по всей длинѣ, съ боковъ закругленная.

Указанный лопатовидный срѣзъ на расширенномъ концѣ обломка служилъ, повидному, для сочленовнаго помѣщенія соответствующаго крыла interclavicula и, быть можетъ, clavicula(?). Поверхность срѣза слегка вогнута; съ задней стороны срѣзъ ограниченъ невысокимъ уступомъ, косо поставленнымъ относительно длинной оси обломка. Передній край срѣза проходитъ по слегка вогнутой линіи, въ общемъ почти параллельно направленію уступа назадъ срѣза, въ разстояніи отъ послѣдняго: 5,1 см. съ лѣвой стороны и 5,6 см. — посрединѣ и справа. Толщина обломка на мѣстѣ сочленовнаго срѣза: на линіи задняго уступа около 4,9 см.; у основанія уступа

около 3,9 см.; въ срединной вогнутой части 2,5 см.; у передняго края около 1,9 см. Спереди слѣва, выпуклая поверхность срѣза нѣсколько поппжается, и обломокъ утопнется въ этомъ направленіи. Спереди справа, срѣзъ ограниченъ почти вертикальной поверхностью, слабо-желобовидно вогнутой по окружности; видны мозолистыя утолщенія, служившія, очевидно, для помѣщенія хряща.

На поверхности срѣза имѣется небольшое удлиненно-овальное вдавленіе, по длинной оси обломка. Волокна кости на поверхности срѣза расходятся нѣсколько вѣерообразно отъ задняго уступа, ограничивающаго срѣзъ. Задняя часть обломка, за линіей сочленовнаго срѣза, какъ сказано, представляетъ какъ-бы рукоятку паллицы или пестика, слегка утовяющуюся къ вершинѣ. Кость здѣсь полуовальна въ поперечномъ сѣченіи. Съ лѣвой стороны она полого-дугообразно вырѣзана, и ограничивала, повидимому, *foveam coraco-scapulae*. Съ правой стороны — кость соприкасалась съ соответствующей частью правой *scapula*. Къ сожалѣнію, симфизіальная поверхность скелота. Толщина обломка, въ сантиметрахъ:

Около сочленовнаго срѣза 4,9 × 5,5

Позади отъ сочленовнаго срѣза 4,6 × 4,2 (?)

Задній конецъ кости сбитъ. Общая длина обломка около 14 см.; длина сочленовнаго срѣза около 6,8 ст.

Interclavicula.

(Табл. I, фиг. 1 a, b, c).

Ладьевидная кость, продольно-вогнутая съ висцеральной стороны и соответственно килеватая съ вентральной стороны. Спереди киль вентральной поверхности широко округлый, къзади суживается, заостряется и становится болѣе рѣзко очерченнымъ. Спускающіяся отъ него боковыя крылья кости слегка продольно вогнуты. Сзади кости, крылья эти образуютъ съ килемъ пріостренный уголъ около 100°; спереди они округло сливаются (на линіи кила) подъ угломъ около 120°. Съ висцеральной стороны, боковыя крылья округло встрѣчаются, на линіи вентральнаго кила, подъ угломъ 140—150°.

Продольно-вогнутая висцеральная поверхность кости несетъ замѣтное вдавленіе въ средне-передней части; вдавленіе это отчасти заполнено плотно приросшимъ кускомъ сорванной волокнистой кости, видимо довольно тонкой, и являющейся, быть можетъ, частью обломанных *claviculae*. Такой же, по характеру костныхъ волоконъ, кусокъ кости оказался плотно пристав-

шимъ на уступѣ, ограничивающимъ сочленовный сръзъ описаннаго выше передне-симфизіальнаго конца scapula¹.

Наружные края кости обломаны. Возможно, что она имѣла, въ общемъ, полуокругло-треугольныя очертанія, съ вершиной на переднемъ концѣ килевой линіи. Задній край кости, повидимому, слегка вогнутъ посрединѣ или почти прямой; прилежащая часть висцеральнаго поля interclavicula выпукло отогнута въ сторону этого края. Съ боковъ и спереди, кость нѣсколько утоняется къ краямъ.

Размеры:

Длина кости (обломка) по воздушной линіи	около 9,2 см.
Ширина » » » » »	» 7,0 »
» » лѣваго крыла, отъ гребня кили	» 6,4 »
» » праваго » » » »	» 5,5 »
Толщина, по килевой линіи, сзади	» 2,8 »
» » » » спереди	» 1,0 »
» крыльевъ, ближе къ килю	» 1,0 »
» » » » боковому краю	» 0,7 »

Coracoideum.

(Табл. I, фиг. 3 a, b, c).

Имѣющіеся обломки кораконда изображены на табл. I, фиг. 3 a, b, c. Они принадлежатъ лѣвому кораконду и состоятъ: а) изъ обломка суставной шейки кости, съ cavitas glenoidalis; б) изъ обломка лѣваго бока и с) изъ куска передне-средней части кораконда.

Обломокъ *суставной шейки* (фиг. 3a) въ поперечномъ сѣченіи даетъ очертанія полуовала, суживающагося въ сторону задняго (каудальнаго) края шейки. Утоняясь нѣсколько по направленію симфизіальнаго края кораконда, кость утолщается къ суставному концу, и даетъ рѣзко выступающій край вокругъ суставной впадины. Особенно выдаются, оттянутые внизъ и вбокъ, вентральный и, отчасти, каудальный (задній) края этой впадины.

Очертанія *суставной впадины* (cavitas glenoidalis) видны на фиг. 3a, табл. I. Поверхность впадины несетъ, мѣстами, плотно приставшіе кусочки сорванной головки humerus'a; видны также небольшія овальныя вдавленія.

¹ Аналогичный случай отмѣчаетъ Сили у *Picrocleidus beloclis* Seeley. «On the left side of the ventral surface (of interclavicula), пишетъ Сили, its middle part is covered by a thin film of bone, which I suppose may be part of the clavicle. It corresponds in texture and thickness with a detached film of bone which rests upon the right scapula». Proc. Royal. Soc., vol. 51 (1892), p. 143.

Размеры:

Наибольшая длина обломка, со стороны суставной впадины . . . около 6,8 см.	
Поперечный диаметр суставной впадины » 5,5 »	
Глубина суставной впадины » 1,0 »	
Толщина обломка спереди » 3,3 »	
» » сзади » 1,0 »	
	и меньше.

Кусокъ *тылоа бока коракоида*, изображенный на табл. I, фиг. 3b, относится, повидимому, къ средне-боковой части коракоида. Съ вентральной стороны, кость овально-гребневидно вышукла въ продольномъ направленіи; съ висцеральной стороны она лишь слегка продольно-вогнута и полго понижается къпереди и къзади, отъ легкаго поперечнаго выгиба (утолщенія). Внешній (боковой) край округло пріострень и слегка вогнутъ.

Толщина кости, по линіи поперечнаго выгиба (утолщенія) . . . около 2,8 см.	
Длина обломка » 10,7 »	

Обломокъ *передне-средней части коракоида* представляетъ массивную широкую кость, утолщенную на передне-внутренней сторонѣ и нѣсколько утоняющуюся къ задне-наружному углу (фиг. 3с, табл. I). Вентральная поверхность кости слегка вышукло-выгнута, по діагонали отъ утолщеннаго угла; висцеральная поверхность такъ же слегка вышукла, въ косо-поперечномъ направленіи. Кость обломана со всѣхъ сторонъ, судить ближе объ ея нормальныхъ очертаніяхъ не представляется возможнымъ.

Толщина кости, со стороны утолщеннаго угла около 4,5—5 см.	
» » » » противолежащаго утонченнаго конца » 2,5 »	

Трудно судить на основаніи описанныхъ обломковъ объ общемъ очертаніи плечевого пояса даннаго животнаго. Обломки слишкомъ разрознены, и не всегда удается съ увѣренностью оріентировать ихъ, одинъ относительно другого.

Тѣмъ не менѣе, едва-ли подлежитъ сомнѣнію, что поясъ этотъ не подходитъ подъ ту реконструкцію, которая дана Кономъ для *Elasm. platyurus*¹. Не говоря объ ошибочной интерпретаціи Кономъ *os scapulae*,

¹ Cope. Synopsis of the extinct *Batrachia, Reptilia* a. *Aves* of N. America. Transact. of the Amer. Philosoph. Society, Philadelphia, vol. XIV, 1871.

принятой имъ, какъ мы знаемъ, за *clavicula* или *proscoracoideum*, *scapulae Elasm. platyrus* показаны Копомъ сходящимся по прямой линіи срединнаго симфизиса и ограничены спереди почти прямымъ краемъ (слегка округловогнутымъ на линіи симфизиса). *Scapulae* нашего эласмозавра несомнѣнно расходились спереди, по линіи симфизиса; между ними вклинивалась небольшая ладьевидная *interclavicula*. вмѣстѣ съ тѣмъ, передне-внутренній уголъ вентральной вѣтви *scapula* былъ выемчато-лопатовидно срѣзанъ съ висцеральной стороны, для помѣщенія соотвѣтствующаго крыла *interclavicula* и, вѣроятно, *clavicula*. Получалось сочлененіе, повидимому, болѣе или менѣе приближающееся къ соотвѣтствующему сочлененію у различныхъ представителей сем. *Elasmosauridae*, напр. у нѣкоторыхъ *Muraenosaurus* (*Mur Leedsi* и др.), *Tricleidus*, отчасти *Picrocleidus* и др.¹ Гленоидная впадина (*cavitas glenoidalis*) захватывала не только суставный конецъ кораконда, какъ показано Копомъ у *Elasm. platyrus*, но передней половиной лежала на суставномъ стволѣ *scapula*. Дорзальная вѣтвь *scapula*, видимо, была выше (длиннѣе) и уже, чѣмъ это можно предполагать, по рисунку Кона, для *Elasm. platyrus*.

Тѣ же особенности отличаютъ данный поясъ отъ плечевого пояса *Elasm. serpentinus*, поскольку о немъ имѣются указанія у Кона².

Сравнительно съ Іельскимъ экземпляромъ *Elasm. Snowi* Willst., плечевой поясъ нашего эласмозавра имѣетъ *scapulae*, видимо, не такъ широко расходящіеся спереди (по линіи срединнаго симфизиса), какъ это изображено Уиллистономъ для *Elasm. Snowi*. Внутренній край вентральной вѣтви *scapula* у нашего эласмозавра имѣлъ сзади массивный продольный отростокъ, ограничивавшій *foramen coraco-scapulare* и, очевидно, продолжавшійся по направленію къ переднему краю *coracoideum*, чего у *Elasm. Snowi* не наблюдается³. Тоже слѣдуетъ сказать о рисункѣ Риггза, приводимомъ Уиллистономъ какъ изображеніе типичнаго пояса эласмозавровъ, и являющемся, въ сущности, дополненіемъ Уиллистоновскаго рисунка *Elasm. Snowi*⁴.

Скорѣе плечевой поясъ нашего эласмозавра можно бы сблизать съ поясомъ *Elasm. Marschi* Willst. Изображенный Уиллистономъ *scapulae*

¹ Cran. Andrews. Descript. catal. marine reptiles, part I, табл. VI, ф. 3; табл. VIII ф. 3; табл. VII, ф. 2; p. p. 108—111, 142—143, 158—159 и др.

² Bull. U. Stat. Geol. and Geogr. Survey, v. III, № 3; 1877. По Уиллистону, въ недалекомъ будущемъ должно появиться описаніе этого пояса, по коллекціямъ въ Field Columb. Museum. См. Americ. Journal of Science, 4-th Ser., Vol. XXI, p. 228.

³ Amer. Journ. Sci., vol. XXI, 4 th ser., p. 228, fig. 2.

⁴ См. Williston. Water reptiles, p. 86, fig. 39. 1914.

этого животного встрѣчаются вентральными вѣтвями по линіи срединнаго симфизиса и даютъ сзади «узкій удлинённый отростокъ»; послѣдній, однако, не соединяется съ коракоидомъ¹. Спереди scapulae *Elasm. Marschi* «оставляютъ широкій угловатый промежутокъ для clavicularae или interclavicularae»². Однако, ближе установить черты сходства и различія соотвѣствующихъ костей обоимъ животнымъ уже потому затруднительно, что отъ плечевого пояса *Elasm. Marschi* извѣстны пока лишь scapulae, да и то въ схематическомъ описаніи³.

Еще болѣе затруднительно въ настоящій моментъ судить о сходствѣ и отличіяхъ даннаго пояса, сравнительно съ плечевымъ поясомъ *Elasm. ischiadicus* Willist. и *Elasm. nobilis* Willist. Изображенія и подробнаго описанія послѣднихъ пока не имѣется⁴. Извѣстно лишь, что у *Elasm. nobilis* «массивный обломокъ scapula показываетъ широкое и плотное соединеніе съ противолежащей scapula, по срединной линіи. Задній отростокъ коракоида очень длинный и сильно сжатъ (constricted) на концѣ; вѣншній задній уголъ острый и несильно выдающійся»⁵.

Присутствіе interclavicularae и, повидимому, clavicularae, значительно сближаетъ плечевой поясъ нашего эласмозавра, какъ сказано, съ нѣкоторыми *Muraenosaurus*, *Tricleidus*, *Picrocleidus* и другими представителями семейства *Elasmosauridae*. Повидимому, имѣется сходство и въ общихъ очертаніяхъ этого пояса, сравнительно съ поясомъ упомянутыхъ животныхъ. Но какъ далеко идетъ это сходство — судить затруднительно, вслѣдствіе фрагментарнаго состоянія костей нашего эласмозавра. Interclaviculara у послѣдняго, въ общемъ, такъ же ладьевидно выгнута и килевата съ вентральной стороны, какъ у *Muraenosaurus Leedsi* Seeley⁶. Однако, какъ располагался этотъ киль относительно вентральныхъ вѣтвей scapula, какъ далеко заходилъ назадъ; имѣлся ли позади interclaviculara foramen interscapulare, какъ у *Mur. platyclis* Seeley⁷ и *Mur. durobriensis* Lydekker⁸; или быть можетъ задній конецъ interclaviculara плотно замыкался сосѣдними scapulae, какъ у *Mur. Leedsi* Seeley⁹, и какъ предполагаетъ Уэллстонъ

¹ Williston, Am. J. Sci., vol. XXI, 4 ser., p. 230.

² Williston, ibid. p. 230.

³ Справ. Williston, l. c. fig. 4.

⁴ См. Williston, ibid. p.p. 231—233. Справ. Williston, Field. Col. Mus. Pub., Geol. Ser., vol. II, p. 72. 1903.

⁵ Williston. Am. J. Sci. 1906, p. 233.

⁶ Справ. Andrews. Descript. Catal. Mar. Rept., part I, tabl. VI, f. 6.

⁷ Andrews, l. c. tabl. IV, fig. 3, p. 134.

⁸ Andrews, ibid., tabl. V, fig. 10, p. 109.

⁹ Andrews, ibid., p. 109, fig. 62.

вообще у *Elasmosaurus* Cope¹; несомнѣнныхъ данныхъ для сужденія по этимъ вопросамъ пока не имѣется.

Во всякомъ случаѣ, если правильно предположеніе, видѣть въ обломкѣ, изображенномъ нами на табл. I, фиг. 2b, кусокъ передне-симфизіальнаго конца вентральной вѣтви scapula, мы едва ли должны ожидать у нашего эласмозавра столь же расширенныя (удлиненныя) scapulae, въ вентральной вѣтви, какъ у названныхъ *Muraenosaurus*². Въ этомъ отношеніи онѣ, кажется, ближе къ scapulae *Picrocleidus*³ и *Tricleidus*⁴.

Ближе всего плечевой поясъ нашего эласмозавра, какъ кажется, приближается, именно, къ плечевому поясу *Tricleidus* Andrews (напримѣръ, *Tric. Seeleyi* Andrews). По очертаніямъ interclavicula, по положенію claviculae, по общему облику scapulae и coracoidea, а равно по способу сочлененія этихъ костей, передній поясъ *Tricleidus*, кажется, весьма напоминаетъ соотвѣтствующій поясъ нашего эласмозавра⁵. Возможно, что дорсальная вѣтвь scapula у послѣдняго была нѣсколько длиннѣе и болѣе сужена на верхнемъ концѣ, чѣмъ у *Tricleidus*; очертанія задняго края коракоида у нашего эласмозавра остаются пока совершенно неизвѣстными. Но общее строеніе, повторяемъ, кажется намъ весьма близкимъ къ тому, которое указывается для плечевого пояса *Tricleidus*.

Такимъ образомъ, прогнозъ Уэллстона, что въ плечевомъ поясѣ по крайней мѣрѣ нѣкоторыхъ *Elasmosaurus* Cope вѣроятно присутствіе interclavicula и claviculae⁶, получаетъ подтвержденіе въ скелетѣ нашего эласмозавра. Имѣемъ ли въ данномъ случаѣ общій типъ строенія эласмозавровъ, или лишь случай возрастной особенности животнаго, въ смыслѣ Эндрьюса, судить объ этомъ едва ли не преждевременно. Напомнимъ, что Уэллстонъ такъ же отмѣчаетъ вѣроятность присутствія interclavicula и claviculae у *Elasm. Marschi*; Эндрьюсъ указываетъ эти кости у различныхъ представителей сем. *Elasmosauridae*.

Петроградъ.

Геол. каб. И. В. Мед. Академіи

3/V 1915.

¹ Am. Journ. Sci. 1906, p. 225.

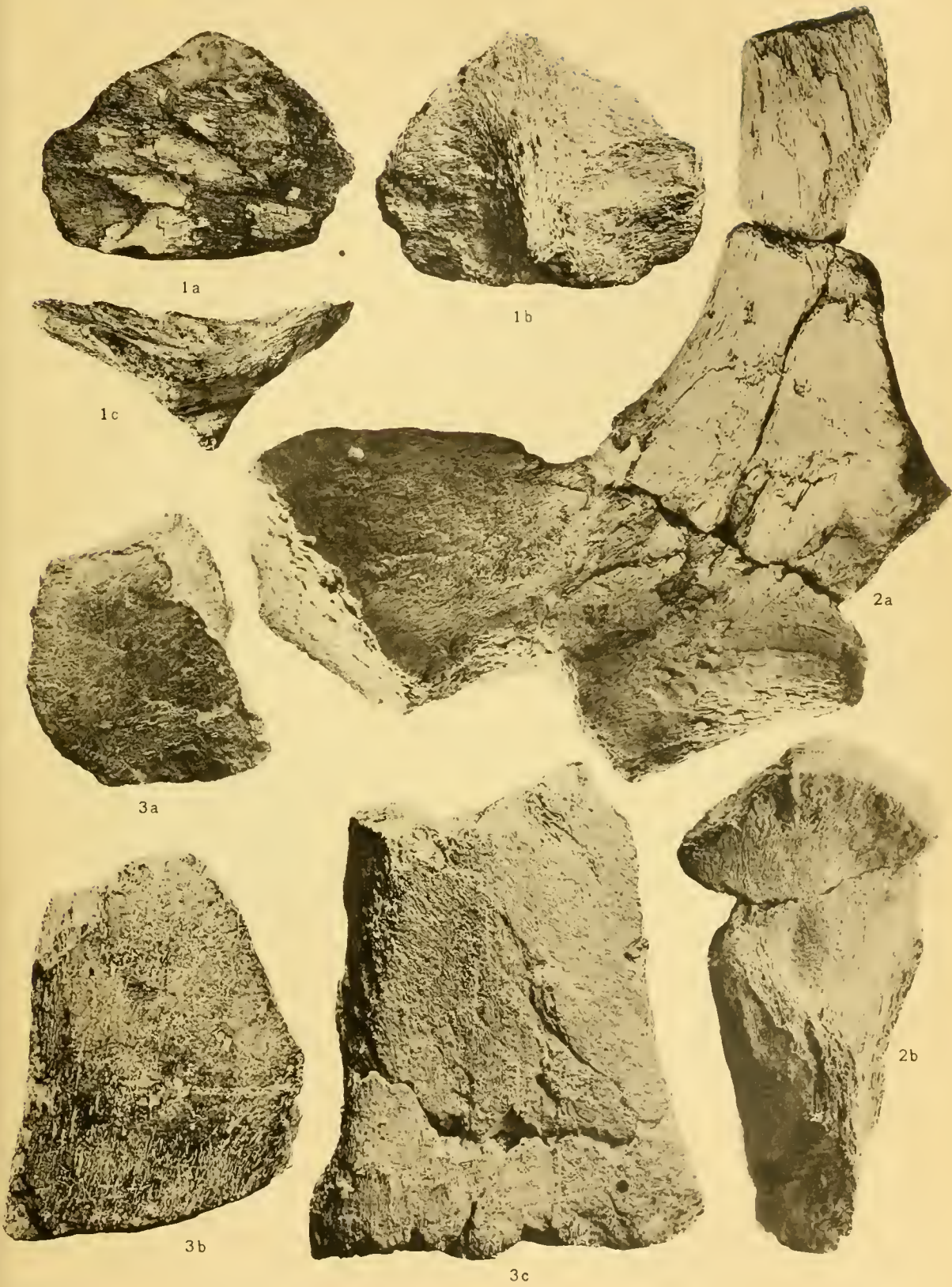
² Срав. Andrews, l. c. text-fig. 62, 63; tabl. VI, f. 3 и др.

³ Andrews, ibid., p. 142—143, tabl. VII, fig. 2.

⁴ Andrews, ibid. text-fig. 76 и др.

⁵ Срав. подробное описаніе у Andrews, l. c., pp. 153—159.

⁶ Am. J. Sci. 1906, p. 230.



О зубномъ аппаратѣ индрикотерія.

А. Борисяка.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г.).

Минувшимъ лѣтомъ раскопки въ континентальныхъ отложенияхъ Чалкаръ-Тенгиза, кромѣ извѣстныхъ ранѣе формъ, *Indricotherium* pl. sp.¹ и *Epiaceratherium turgaicum* m.², доставили также остатки одного изъ древнѣйшихъ представителей семейства Equidae, затѣмъ — грызуна, двукопытныхъ, хищныхъ, птицъ и черепахъ; такимъ образомъ, фауна этихъ слоевъ постепенно умножается, — однако собранный матеріалъ пока въ высшей степени скуденъ, и наиболѣе полно попрежнему представлены лишь первыя двѣ изъ названныхъ формъ.

Что касается индрикотерія, то важнѣйшимъ открытіемъ нынѣшняго года является находка почти полного ряда (рис. 1) его верхнихъ зубовъ (не достаетъ лишь P^1 и M^3 , но послѣдній зубъ въ двухъ экземплярахъ имѣется



Рис. 1. — *pr* — potoconus, *tr* — tritoconus, *d* — deuteroconus, *tetr* — tetartoconus, *pst* — parastylus.

отъ прежнихъ раскопокъ). Обнаруживая, подобно описанному въ прошломъ году эпіацератерію, очень примитивное строеніе, зубы индрикотерія относятся однако къ совершенно иному типу, и въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ представляютъ несравненно большій интересъ.

¹ Геологическій Вѣстникъ, I, стр. 131.

² ИАН, 1915, стр. 781.

Размѣры коренныхъ зубовъ¹.

I^2 — длина	43 мм.	M^1 — длина	78 мм.
ширина	51 »	ширина	86 »
высота	> 45 »	высота	> 58 »
I^3 — длина	55 »	M^2 — длина	94 »
ширина	70 »	ширина	93 »
высота	> 55 »	высота	> 65 »
I^4 — длина	61 »	M^3 — длина по заднему гребню ² .	96 »
ширина	78 »	длина по внутренней стѣнкѣ	72 »
высота	> 60 »	ширина	88 »
		высота коронки	43 »

Индрикотерій былъ охарактеризованъ³, на основаніи прежнихъ находокъ, какъ гигантское носорогообразное животное (самые крупные представители его превосходили размѣрами мамонта) примитивнаго строенія. Такое опредѣленіе вполнѣ подтверждается упомянутымъ зубнымъ аппаратомъ (ложнокоренные открыты впервые). Мы начнемъ разсмотрѣніе его съ коренныхъ зубовъ.

Эти послѣдніе не оставляютъ сомнѣній въ принадлежности индрикотерія къ семейству *Rhinocerotidae*, а не къ какой-либо изъ боковыхъ вѣтвей группы *Rhinoceroidea*⁴. Тогда какъ ихъ низкая коронка, почти полное отсутствіе боковыхъ складокъ на гребняхъ, скульптура эмали, состоящая изъ вертикальных дихотомизирующихъ струекъ и горизонтальныхъ линій — свидѣтельствуютъ о низкой степени ихъ дифференцировки.

Изъ коренныхъ зубовъ наибольшій интересъ представляетъ послѣдній коренной, M^3 (рис. 2). Онъ имѣетъ трапецеидальное очертаніе; его задній гребень изогнутъ s-образно и на наружной стѣнкѣ несетъ большой шипъ, вытянутый въ направленіи длины зуба. Болѣе явственно, чѣмъ у какой-либо другой формы среди древнѣйшихъ носороговъ, шипъ этотъ представляетъ остатокъ задняго конца эктолофа (при очень стертыхъ зубахъ должна получаться полная плюзія присутствія этого гребня); онъ сопровождается глубокой бороздкой со стороны внутренняго конца задняго гребня, представляющей остатокъ задней долиньки. У типичныхъ *Rhinocerotidae* задній коренной имѣетъ треугольную форму, его задній гребень прямой, шипъ, если имѣется, небольшихъ размѣровъ, — однимъ словомъ, исчезаютъ всѣ признаки совмѣщенія въ заднемъ гребнѣ экто- и металофа. Однако, несмотря на свое

¹ Индрикотерій представленъ тремя формами (видами) различной величины. Описываемые зубы принадлежатъ, вѣроятно, формѣ средней величины.

² Этотъ зубъ принадлежитъ другой особи, но, судя по размѣрамъ, той же формѣ.

³ Геолог. Вѣстникъ, I, стр. 133.

⁴ Osborn, Extinct Rhinoceroses, Mem. Am. Mus. N. H., I, p. 87.

необычайно примитивное строение, описываемый зубъ тѣмъ не менѣ принадлежитъ несомнѣнному представителю *Rhinocerotidae*, отличаясь отъ боковыхъ вѣтвей *Rhinoceroidea* — *Amynodontidae* и *Hyracodontidae* — отсутствіемъ настоящаго эктолофа.

Наибольшій интересъ въ описываемомъ рядѣ представляютъ ложнокоренные зубы. Они еще совершенно не тронуты истираемъ, и потому позволяютъ великолѣпно наблюдать свое строение. Ни одинъ изъ нихъ не моларизованъ. Нѣкоторые первичные бугорки ихъ еще вполне изолированы. Другіе слились въ гребни, но совершенно отчетливо моделированы. Въ этомъ отношеніи ложнокоренные пндрикотерія представляетъ рѣдкое по отчетливости зрѣлище.



Рис. 2.

Второй ложнокоренной, P^2 , вдоль паружнаго края представляетъ два равныхъ бугорка, *protoconus* и *tritoconus*, и небольшой, вдвое болѣе низкій *parastylus*, — всѣ три отчетливо моделированы на наружной стѣнкѣ зуба, которая несетъ также и на заднемъ концѣ небольшую складочку, симметричную *parastyl*ю. На внутреннемъ концѣ зуба имѣется лишь *deuteroconus* въ видѣ почти совершенно изолированнаго высокаго конуса правильной формы. Къ нему (къ его переднему краю) направляются два сходящихся поперечныхъ гребня: бѣльшій передній, *protoconulus*, въ видѣ невысокой стѣнки, и меньшій задній, *tritocconulus*, въ видѣ изолированнаго плоскаго шипа¹. Зубъ имѣетъ треугольную форму, при чемъ паружная и задняя стороны образуютъ прямой уголъ², а третья слабо выпуклую дугу. Со всѣхъ сторонъ его охватываетъ небольшой базальный воротничекъ. Скульптура эмали, какъ у коренныхъ зубовъ.

Третій ложнокоренной, P^3 , имѣетъ трапеципальную форму, вытянутъ въ ширину; передній гребень у него слился съ *deuteroconus*'омъ, и отъ послѣдняго началъ отшнуровываться *tetartoconus*; *tritocconulus*, сохраняя тотъ же характеръ плоскаго шипа, сталъ поворачиваться внутреннимъ концомъ назадъ.

Четвертый ложнокоренной, P^4 , еще болѣе вытянутъ въ ширину;

¹ Значеніе бугорковъ этого зуба допускаетъ и иное толкованіе, — подобно тому, какъ это дѣлаетъ Déperet для ложнокоренныхъ зубовъ лопіодонта (см. Déperet, *Lophiodon du Minervoіs*, Arch. Mus. Lyon, IX, 1903, p. 8, примѣчаніе). Разсмотрѣніе этого вопроса по существу неумѣстно въ краткой замѣткѣ, и потому здѣсь сохранена «классическая» точка зрѣнія.

² У большинства примитивныхъ носороговъ, которые имѣютъ, кромѣ *deuteroconus*'а, также и *tetartoconus*, прямой уголъ образуютъ паружная и передняя стѣнки.

имѣетъ видъ удлинннаго четырехугольника; *deuteroconus* и *tetartoconus* еще тѣсно слиты между собою; *tritoconus* повернулся внутреннимъ концомъ назадъ, въ положеніе, параллельное переднему гребню.

Базальный воротничекъ и скульптура эмали у обоихъ зубовъ, какъ описано выше.

Среди древнѣйшихъ извѣстныхъ представителей *Rhinocerotid*'ъ¹ до сихъ поръ не было извѣстно такой примитивной стадіи ложнокоренныхъ зубовъ, когда бы рядъ ихъ представлялъ процессъ отщепленія *tetartoconus*'а. Съ другой стороны, постепенное усложненіе коронки ложнокоренныхъ по направленію отъ P^2 къ P^4 сближаетъ индрикотерія не только съ европейскимъ стволѣмъ² примитивныхъ носороговъ, но также съ упоминавшимися уже боковыми вѣтвями, *Amynodontid*'ами и *Hyracodontid*'ами. Ближайшее сравненіе съ послѣдними, какъ и слѣдовало ожидать (см. выше), не даетъ признаковъ тождества. Въ особенности отличны *Amynodontidae*, хотя ложнокоренные ихъ построены очень примитивно: особенностью этой группы, какъ извѣстно, и является редукція ложнокоренныхъ, за счетъ которыхъ мощно развиваются коренные, при чемъ происходятъ измѣненія въ распредѣленіи эмали, на чемъ, однако, здѣсь останавливаться не мѣсто. Ближе къ типичнымъ носорогамъ и, слѣдовательно, къ индрикотерію *Hyracodontidae*, среди которыхъ имѣются формы съ очень различною степенью дифференцировки ложнокоренныхъ, представляющія, вѣроятно, самостоятельныя параллельныя вѣтви; индрикотерій по указанному признаку располагается между *Hyracodon* (*tetartoconus* имѣется и у P^2) и *Hyrachyus* (*tetartoconus* не появляется и у P^4). Однако, по общему *habitus*'у, по общей морфологической картинѣ строенія своихъ ложнокоренныхъ онъ не можетъ занять мѣста среди представителей этого семейства.

Взоръ обращается поэтому невольно къ болѣе примитивнымъ непарноконнымъ, относительно которыхъ есть основаніе предполагать ихъ близость къ первоначальному общему стволу *Rhinoceroidea*. Среди нихъ, дѣйствительно, мы находимъ форму, которая съ поразительной точностью повторяетъ картину расположенія и взаимнаго отношенія отдѣльныхъ бугорковъ у ложнокоренныхъ индрикотерія. Таковъ американскій *Protapirus*, именно, *Pr. obliquidens*³, единственнымъ отличіемъ зубовъ котораго является еще бѣлая

¹ См. Osborn, *Extinct Rhinoceroses*, Mem. Americ. Mus. N. H., v. I, 1898.

Roman, *Rhinocérîdes de l'oligocène*, Arch. M. Lyon, 11, 1911.

Abel, *Paläog. Rhinocerotid.*, Abh. k. k. g. R., XX, 3, 1910.

Hatcher, *Ann. Carnegie Mus.*, I, 1901—2, p. 135.

² Abel, l. c.

³ Wortmann, *Ancestors of the Tapir*, Bull. Am. Mus. N. H., 1893.

моделировка его бугорковъ. Но коренные зубы тапира представляютъ типъ совершенно отличный отъ носороговъ; отличны также и ихъ рѣзцы, — въ частности, и плоскіе долотообразные рѣзцы упомянутой формы не имѣютъ сходства съ рѣзцами индрикотерія, какъ мы сейчасъ это увидимъ.

До сихъ поръ у насъ нѣтъ цѣльнаго черепа индрикотерія, и нѣтъ поэтому цѣльнаго зубного ряда его переднихъ зубовъ *in situ*. Однако отдѣльно встрѣченные гигантскіе зубы съ конической коронкой и одинарнымъ корнемъ, несомнѣнно, принадлежатъ ему, представляя его клыки и рѣзцы.

Размѣры переднихъ зубовъ¹.

С—длина	39 мм.	J ² —длина	44 мм.	J ³ —длина	42 мм.
ширина	32 »	ширина	31 »	ширина	32 »
высота коронки. . .	44 »	выс. коронки. . .	48 »	выс. коронки. . .	44 »
длина корня . . .	150 »	дл. корня . . .	120 »	дл. корня . . .	120 »

Въ противоположность извѣстнымъ древнѣйшимъ носорогамъ², верхніе клыки индрикотерія еще крупнѣе рѣзцовъ (рис. 3). Они имѣютъ коническую низкую коронку, слегка сплюснутую съ боковъ, иногда съ легкимъ килемъ спереди и сзади, безъ воротничка, и съ совершенно гладкой эмалью; корень очень длинный и массивный, вздувающийся на нѣкоторомъ разстояніи отъ коронки на подобіе корня клыка хищныхъ. Онъ не имѣетъ подобнаго себѣ ни среди *Rhinoceroidea*, ни среди *Tapiridae*, тогда какъ клыкъ *Lophiodontid*'ъ³ и по характеру коронки, и по формѣ корня весьма ему близокъ, только онъ еще крупнѣе по сравненію съ рѣзцами.

Рѣзцы индрикотерія (рис. 4) по формѣ коронки также весьма близки рѣзцамъ лоподонтовъ, или, точнѣе, занимаютъ среднее мѣсто между рѣзцами этихъ послѣднихъ и древнѣйшихъ

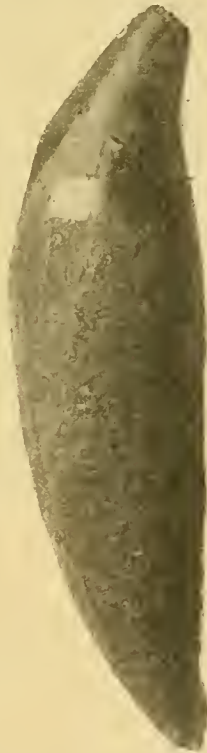


Рис. 3.

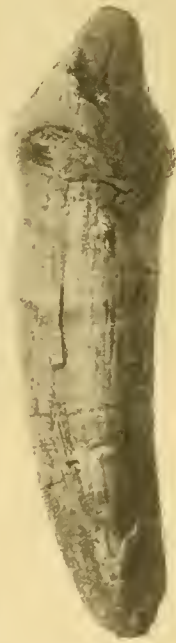


Рис. 4.

¹ Всѣ три зуба принадлежатъ различнымъ особямъ.

² Osborn, *Extinct Rhinoc.*, p. 131, fig. 34.

³ Filhol, *Vertébrés fossiles d'Issel*, *Mém. Soc. G. Fr.*, (III), v. I. Déperet, *Lophiodon du Minervois*, *Arch. M. Lyon*, 9, 1903.

посороговъ. Несомнѣнно, ихъ было не меньше двухъ паръ¹: имѣется два хорошо сохранныхъ рѣзца, почти равныхъ по величинѣ, но отличающихся степенно поворачиванности коронки относительно корня: у болѣе передняго коронка повернута сильнѣе. Коронка этихъ рѣзцовъ имѣетъ видъ сплюснутаго съ боковъ низкаго конуса, несимметричнаго, съ болѣе или менѣе приподвинутою кпереди вершинкой, которая слегка загнута назадъ; она кончается тупымъ остриемъ, отъ котораго идутъ два рѣзкихъ кия — одинъ по приплюснутой задней сторонѣ коронки, а другой направляется къ переднему внутреннему углу ея; коронка окружена воротничкомъ и несетъ скульптуру коренныхъ зубовъ.

По строенію своего зубнаго аппарата индрикотерій представляетъ, такимъ образомъ, примитивнѣйшую стадію среди настоящихъ *Rhinocerotidae*, къ которымъ онъ, несомнѣнно, относится. Но въ то же время его колоссальный ростъ и нѣкоторыя особенности его скелета не позволяютъ разсматривать его, какъ примитивнѣйшую форму, а лишь какъ сохранившую поразительно примитивное строеніе зубнаго аппарата. Указанныя выше черты сходства съ древнѣйшими тапирами и лѳіодонтами — далеко не близкими между собою формами — могутъ имѣть лишь весьма отдаленное филогенетическое значеніе. Индрикотерій, надо думать, представлятъ среди типичныхъ *Rhinocerotid*’ъ одну изъ многочисленныхъ ихъ вѣтвей, изъ которыхъ лишь очень немногія сохранились до позднѣйшихъ временъ, тогда какъ большинство ихъ (подобно вѣтвямъ боковыхъ группъ, частью уноминавшихся выше) отмирали, — отсѣкаемыя, какъ «неудачныя» направленія развитія.

Изъ сказаннаго вытекаетъ также, что описываемая повалъ форма не можетъ дать указаній стратиграфическаго характера, и возрастъ *индрикотеріевыхъ* слосовъ долженъ устанавливаться на основаніи другихъ, лучше извѣстныхъ и болѣе широко распространенныхъ формъ².

¹ По всѣмъ вѣроятіямъ, индрикотерій имѣетъ, какъ примитивная форма, всѣ три пары рѣзцовъ; возможно, что передняя пара верхнихъ рѣзцовъ была крупнѣе двухъ остальныхъ — характерный признакъ *Rhinocerotidae*. Въ такомъ случаѣ имѣющіеся рѣзцы (они разсматриваются, какъ зубы верхней челюсти) принадлежатъ второй и третьей парѣ.

² См. ИАН., 1915, стр. 787.

О частицахъ отрицанія при повелительномъ наклоненіи въ монгольскомъ языкѣ.

В. Я. Владимірцова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Историческихъ наукъ и Филологіи 27 января 1916 г.).

I.

Въ письменномъ монгольскомъ языкѣ извѣстна одна частица отрицанія при повелительномъ наклоненіи: **Ф** «буу»¹. Впослѣдствіи въ томъ же языкѣ стала употребляться еще одна частица отрицанія при пове-

¹ См. I. J. Schmidt. *Grammatik der Mongolischen Sprache*. St.-Petersburg, 1831, р. 89, Я. Шмидтъ. *Грамматика монгольскаго языка*. С.-Петербургъ, 1832, стр. 93.

О. Ковалевскій. *Краткая грамматика монгольскаго книжнаго языка*. Казань, 1835, стр. 127.

О. Ковалевскій. *Монгольская хрестоматія*. Казань, 1836, т. I, стр. 248—249.


Алексѣй Бобровниковъ. *Грамматика монгольско-калмыцкаго языка*. Казань, 1849 (въ цитатахъ ниже: *Грамм.*), стр. 175—176.

Léon Feer. *Tableau de la Grammaire Mongole*. Paris, 1886, р. V.

В. Л. Котвичъ. *Лекціи по грамматикѣ монгольскаго языка*. Изданіе студентовъ Э. Маурингъ и Э. Беренсъ. С.-Петербургъ, 1902, стр. 130.

А. Д. Рудневъ. *Лекціи по грамматикѣ монгольскаго письменнаго языка*, читанныя въ 1903—1904 академическомъ году. Выпускъ I, С.-Петербургъ, 1905 г., стр. 41.

Г. Ц. Цыбинковъ. *Пособіе къ практическому изученію монгольскаго языка*. Владивостокъ, 1915 г. (ниже: *Пособіе*), стр. 16, 19.

лительномъ наклоненіи —  «бітегеі»¹. Г. И. Рамstedтъ обратилъ вниманіе на эту послѣднюю частицу и въ своей работѣ о глагольных формахъ халхасцевъ даетъ объясненіе ея происхожденія; только Г. И. Рамstedтомъ эта частица дается въ формахъ «бітүгеі, бүтүгеі», не встрѣчавшихся мнѣ въ монгольскихъ текстахъ, происхожденіе же этой частицы отрицанія при повелительномъ наклоненіи Г. И. Рамstedтомъ объясняется совершенно вѣрно, какъ optativus на «тубай, түгеі» отъ глагола «бү» — быть, подобно другой частицѣ «байтубай» — не только... по и, являющейся optativ. на «тубай» отъ глагола «бай» — быть, существовать². Теоретически возстановленная форма optativ. отъ v. «бү», сдѣлавшаяся частицей отрицанія при повелительномъ наклоненіи, будетъ *бүтүгеі; въ монгольскихъ текстахъ optativ. отъ v. «бү» никогда не употребляется, формы же частицы отрицанія «бітүгеі» и «бүтүгеі» сомнительны, и если и встрѣчаются, то очень рѣдко³.

Какъ частица отрицанія при повелительномъ наклоненіи, форма «бітегеі» < *бүтүгеі (|| «байтубай»), по всей вѣроятности, попала въ монгольскую письменность въ сравнительно новое время (старые тексты ея не знаютъ) изъ живой рѣчи, гдѣ старая форма *бүтүгеі успѣла уже измѣниться и давно уже перестала чувствоваться, какъ optativ. отъ v. бү. Дѣйствительно, въ монгольскомъ языкѣ у послѣ б часто измѣняется въ і. Напр., халх.-зап., банг., захач. біс < «бүс» — поясъ; халх.-зап., дэрб.-коб., банг., захач. бір (|| бүр; бүр) < «бүр» — вѣтка; повидимому, уже въ старомъ монгольскомъ языкѣ «ү» послѣ «б» чередовался съ «і», что наблюдается и въ родственныхъ турецкихъ словахъ, напр., монг.-письмен. «бүтү, «бүте», дэрб.-коб., банг. бүт, біт — исполниться, совершиться, но «бітегүү» — цѣльный, пол-

¹ См. G. J. Ramstedt. Über die Konjugation des Khalkha-mongolischen. Mémoires de la Société Finno-Ougrienne. XIX. Helsingfors, 1903 (ниже Konjug.), p. 72

G. J. Ramstedt. Mogholica. Beiträge zur kenntnis der moghol-sprache in Afgani-stan. Journal de la Société Finno-Ougrienne, XXIII, 4, Helsingfors, 1905, p. 24.

² А. Бобровниковъ уже обратилъ на это свое вниманіе и далъ почти такое же объясненіе (Грамм. 175—176). Имъ только предполагается optativ. отъ какой-то другой основы «бу».

См. также В. Л. Котличъ. Лекціи. 130—131.

³ К. О. Голстунскій и Р. Ц. Цыбиковъ указываютъ на форму «бітүгеі» и «бүтүгеі» безъ ссылки на источники; см. Монгольско-русскій словарь, составленный профессоромъ С.-Петербургскаго Университета К. О. Голстунскимъ, т. I, стр. 230, С.-Петербургъ, 1895, и Р. Ц. Цыбиковъ. Пособіе, 19.



ный, «бітегүн», дэрб.-коб., бапт. бѹтѹн, бітѹн, халх.-зап. бітѹн, бітѹн — послѣдній день мѣсяца; тур.: уйг., осм., дж., хив., сарт., тркм., крм., вр. біт — быть оконченнымъ, готовымъ, исполненнымъ, кончатся, уйг., дж., тар. бѹт — id.; осм., крм., ком. бѹтѹн — цѣлый, полный; дж. бѹтеѹ — петропутьй, цѣлый; въ старо-монг. памятникахъ «бѹсіре», монг.-письмен. «бісіре», ойрат. письмен. «бішіре» — почитать, уважать, благоговѣть.

Далѣе нужно выяснить почему въ формѣ «бітегеі» послѣ «т» вмѣсто «ѹ» имѣется «е»?—Вѣроятно, стали писать «е» по аналогіи съ послѣдующими гласными и потому, что не зная, какъ изобразить гласный неполнаго образованія, обычно появляющійся въ предпослѣднемъ слогѣ въ разныхъ монгольскихъ нарѣчіяхъ и часто совершенно исчезающій¹, въ то время какъ морфологическое чутье формы «тегеі» <*-түгеі уже утратилось. Во многихъ монгольскихъ и ойратскихъ рукописяхъ, относящихся къ различнымъ эпохамъ, можно найти много примѣровъ подобнаго же неумѣнья обозначать гласные неполнаго образованія, при чемъ явно обнаруживается тенденція выразить и въ письмѣ ассимиляцію гласныхъ; напр., въ парижскомъ экземплярѣ монгольскаго Ганджура, напечатаннаго при Цянь-Лунѣ (вывезенъ проф. P. Pelliot), встрѣчаются такія формы: «үцү(-гүлүмүі)» (vol. ца отдѣла «елдеб», f. 381 v.) и «үце(бе)» (vol. га отдѣла «ндулба», f. 9 r.)—двѣ формы отъ глагола «үце» — видѣть²; «бүлүчиг, бүлүчүг» и «бүлүчег» — кольцо, перстень (vol. да, отдѣла «ндулба») и др.; въ монгольскихъ рукописяхъ и ксилографахъ³ разныхъ эпохъ постоянно встрѣчаются формы: «табаѹ» и «табуѹ» — блюдо, «котон» и «котан» — городъ, «боскан» и «боскуп» — подиявшисъ; еще больше примѣровъ того же явленія даютъ ойратскіе тексты: «модон» и «модун» — дерево, «бурхун» и «бурхан» — Будда, бурханъ, «өгүлүксен, өгүлүксен» и «өгүлөксен» — сказавшій, «түшүмел» и «түшімел» — чиновникъ, и т. п.

¹ Объ этомъ явленіи см. Г. I. Рамstedтъ. Сравнительная фонетика монгольскаго письменнаго языка и халх'ско-уринскаго говора. Переводъ студентовъ Факультета Восточныхъ языковъ Имв. С.-Иб. Университета, съ перваго нѣмецкаго изданія, подъ редакціей прив.-доц. А. Д. Руднева, съ дополненіями автора. С.-Петербургъ, 1906 (ниже: Фов.), стр. 49—50 и В. I. Котвичъ. Овытъ грамматики калмыцкаго разговорнаго языка. Петроградъ, 1915 (ниже: Овытъ), стр. 10—14.

² Въ данномъ случаѣ, можетъ быть, тоже слѣдуетъ видѣть примѣръ древняго чередованія «ѹ» и «е».

³ Къ сожалѣвію, монголисты до сихъ поръ не располагаютъ ни однимъ научно составленнымъ описаніемъ рукописей, ни однимъ каталогомъ. Монгольская палеографія находится болѣе, чѣмъ въ зачаточномъ состояніи.

Благодаря тому же вліянню живої рѣчи частица *бүтүгеі является въ некоторыхъ монгольскихъ рукописяхъ въ формахъ:  «бетегеі»  «бітгеі, біткєі».

Въ современныхъ живыхъ нарѣчіяхъ эта частица отрицанія при повелительномъ наклоненіи встрѣчается въ такихъ формахъ: халх.-ург. бі'т'егі, бі'т'еге, бі'т'егә¹, дэрб.-коб. банг., минг., захач., урях.-алт. бітэгә, бітгә, біткә, банг. бітә, торг.-алт., торг.-астр., дэрб.-астр. бічкә, дэрб.-астр., торг.-астр. бічә, бічгә² (ойрат. письменная форма «бічігеі» встрѣчается только въ самыхъ новыхъ рукописяхъ)³. Просматривая перечень этихъ формъ, легко отмѣтить такія параллели образованій:

$$*бүтүгеі > «бітегеі» > \begin{cases} бітгә \approx біткә \approx бітә \\ бічгә \approx бічкә \approx бічә. \end{cases}$$

Образованіе формъ біткә и біткә вполне понятно: *бүтүгеі > «бітегеі» > бітгә > біткә. Дѣйствительно, дифтонгъ «еі» древне-монгольскаго языка даетъ во многихъ современныхъ нарѣчіяхъ ä⁴; предпоследній гласный стараго языка или дѣлается гласнымъ неполнаго образованія, или же исчезаетъ вовсе, что наблюдается во многихъ, если не во всѣхъ, монгольскихъ говорахъ⁵; наконецъ, звонкіе подъ вліяніемъ предшествующихъ глухихъ, ассимилируясь съ ними, измѣняются тоже въ глухіе; въ настоящемъ случаѣ г, очутившись рядомъ съ т, измѣняется въ соответствующій глухой к⁶.

Нѣсколько труднѣе представить себѣ образованіе формъ «бічігеі», бічгә. По всей вѣроятности, онѣ тоже образовались изъ «бітегеі» > *бүтүгеі. Можно думать, что ойраты, имѣющіе теперь формы «бічігеі», бічгә и

¹ G. J. Ramstedt. Konjug., p. 72.

² В. Л. Котвичъ. Опытъ, стр. 136.

³ В. Л. Котвичъ. Опытъ, стр. 136.

А. Бобровниковъ. Грамм., стр. 175.

А. Поповъ въ своей очень полной «Калмыцкой грамматикѣ» (Казань, 1848) этой частицы не упоминаетъ вовсе, ср. стр. 173—177.

⁴ Г. И. Рамstedt. Фон., стр. 55—56.

В. Л. Котвичъ. Опытъ, стр. 13—14.

⁵ Г. И. Рамstedt. Фон., стр. 49—50.

В. Л. Котвичъ. Опытъ, стр. 10—11.

⁶ Объ этомъ явленіи см. А. Д. Рудневъ. Матеріалы по говорамъ Восточной Монголіи. С.-Петербургъ, 1911 (виже МВМ), стр. 176.

А. Д. Рудневъ. Хори-бурятскій говоръ. Опытъ изслѣдованія, тексты, переводы и примѣчанія. Петроградъ, 1913—1914, (ниже ХБГ). Выпускъ I, стр. XIV.

бічкѣ, знали раньше формы *бітегеі, *бітѣгѣ, встрѣчающіяся и до сихъ поръ у нѣкоторыхъ ойратскихъ племенъ, напр., у баятовъ, кобдоскихъ дэрбэтовъ, захачиновъ и др., хотя, можетъ быть, и подъ вліяніемъ халхасцевъ. Подъ вліяніемъ переднихъ («мягкихъ») гласныхъ и въ особенности подъ вліяніемъ предшествующаго і, звукъ т (въ формѣ *бітегеі, *бітѣгѣ) сталъ палатализироваться и измѣнился въ *т'. Аналогичныхъ примѣровъ можно представить много, пользуясь матеріаломъ, даваемымъ разными монгольскими нарѣчіями. Напр., дэрб.-коб., бант., захач. ā'īdā — вѣдать, — образовалась изъ ā'īlād < *ā'lād < «ajīlād», гдѣ л подъ вліяніемъ предшествующаго і измѣнился въ l, т. е. палатализовался; дэрб.-коб., дэрб.-астр., торг.-алт., торг.-астр., бант., захач., урянх.-алт., минг. ūl — плакать, — < *uīla < «yūila, uūila», ср. ойрат. письм. «yūila» (встрѣчающаяся въ нѣкоторыхъ ойратскихъ рукописяхъ форма «ūli»¹ возникла, очевидно, подъ вліяніемъ живой рѣчи), горл. ūl, öxöl, дурб.-бейс. ūal, халх. uīlā, бур. uīlā; тур.: каз. абыла, уйг., осм. аџла, ком. џџла, алт. уїла.

Далѣе, *т' въ монгольскомъ языкѣ часто измѣняется въ ч, напр., уджум. чимѣ < *tīmѣ < tīmѣ < «tejīmū»² — такой, такъ, да; Г. І. Рамstedтъ совершенно справедливо отмѣтилъ развитіе *т < *ті и *т' < «ч»³ для стараго монгольскаго языка; накапливающейся новыи матеріалъ только подтверждаетъ его предположеніе (напр. монг. «чиңна» — слушать, внимать < *t'iңna < *tiңna, ср. тур., уйг. тың — слушанье < кит. 聽, какъ мнѣ указалъ академикъ В. В. Радловъ, каз., крм. тыңда — внимать, слушать, леб., шор., саг., койб., каз. тыңна, алт., тел., кир., сойот. тыңда). Подъ вліяніемъ мягкаго ч < *т' гласный е измѣнился въ і и такимъ образомъ получились формы «бічігеі», бічигѣ.

Измѣненіе же е въ і подъ вліяніемъ предшествующаго ч часто наблюдается въ разныхъ монгольскихъ нарѣчіяхъ, напр., бант. чід — мочь, быть въ состояніи < чад < «чїда»⁴, гдѣ, такимъ образомъ, языкъ возстановилъ

¹ См. А. М. Позднѣевъ. Калмыcko-русскій словарь въ пособіе къ изученію русскаго языка въ калмыцкихъ начальныхъ школахъ. С.-Петербургъ, 1911, стр. 45.

² А. Д. Рудневъ. МВМ, стр. 177.

³ Г. І. Рамstedтъ. Фон., стр. 10—11. Ср. также объясненіе А. Бобринникова (Грамм., стр. 176): «биңигэй проишло изъ битэгэй также, какъ изъ тейму произошло чийми». Формы «чийми» и «тімі, чімі» встрѣчаются иногда въ монгольскихъ рукописяхъ и ксилографахъ вм. «тејимү», см. Н. О. Голетунскій. Монгольско-русскій словарь, III, стр. 265.

⁴ Ср. А. Д. Рудневъ. МВМ, стр. 188.

древній гласный і, ср. хал., бур., ойрат. чад. Что касается формы бічкă, то развитіе ея изъ бічġă аналогично біткă < бітġă.

Любопытно отмѣтить одинъ фактъ развитія формы, аналогичный развитію бічġă < бітġă < *бүтүгеі: въ нѣкоторыхъ ойратскихъ былинахъ, распѣваемыхъ профессиональными пѣвцами въ с.-з. Монголіи, встрѣчается форма гичкă, какъ optativ. отъ глагола ге (гі) говорить (гичкă < гитġă < ге-тġă < «гетүгеі»). Замѣчательно еще и то, что форма гичкă встрѣчается въ былинахъ бантовъ (напр., въ былинѣ Хаң-Харăнвү), употребляющихъ теперь въ качествѣ частицы отрицанія при повелительномъ наклоненія не форму бічкă, а біткă, бітă.

Нѣсколько труднѣе объяснить ходъ развитія формъ бітă и бічă. По всей вѣроятности, онѣ образовались отъ біткă и бічкă, благодаря ассимиляціи к съ предшествующими т и ч и, видимо, прошли черезъ стадію развитія въ формахъ *бітă, *бічă. На возможность подобнаго объясненія наводятъ такія аналогичныя явленія развитія формъ монгольскаго языка: торг.-астр., торг.-алт., дэрб.-астр., дэрб.-кобд. очі — отиравился < отчі < «одчі» (ойрат. ишъмен.) < «одчу», гдѣ т < д, ассимилируясь съ послѣдующимъ ч, исчезъ и вполне возможно предположить переходную форму *оччі; бант. үтсү < үзсү < үзġксү < «үңгесен» — видѣвшій, гдѣ з < ц, очутившись благодаря исчезновенію е рядомъ съ с, ассимилируясь съ нимъ, измѣнился въ т; бант. дăч'сү < дăч'тсү < дăц'тсү < дăці чітсү < дăці чадсү < «дабацу чідагсан» — выдержавшій; дэрб.-кобд., бант., хотогойт., халх.-зап. болцġ-глă < болцġ геклă < болцġ гекġлă, болцġ гехġлă < «болцу гекүле» — если такъ, если сдѣлалось, гдѣ глă < *гġлă < *гġлă < геклă < «гекүле». Во всякомъ случаѣ, нельзя предполагать, что бітă и бічă образовались изъ бітġă и бічġă путемъ «стяженія» ġă и ġă; одновременно съ бітġă и бічġă существующія формы біткă и бічкă хорошо показываютъ путь развитія.

Такимъ образомъ мы прослѣдили развитіе формъ частицы отрицанія при повелительномъ наклоненіи, которыя могутъ быть возведены къ формѣ *бүтүгеі, являющейся optativ. отъ глагола «бү» — быть.

II.

Обратимся теперь къ другой частицѣ отрицанія при повелительномъ наклоненіи. Въ монгольскихъ рукописяхъ и ксилографахъ частица эта чаще всего встрѣчается въ формѣ **ᠪᠠᠭᠤ** «буу». Она сохранилась во многихъ жп-

выхъ монгольскихъ нарѣчійхъ: хори-бур.¹ бӯ, бе, ару-хорч., дурб.-бейс., джаст., горл. бу², могол. бі³; затѣмъ въ живомъ литературномъ разговорномъ языкѣ кобдоскихъ ойратовъ встрѣчается форма бӯ⁴. На основаніи этихъ данныхъ можно было бы предполагать древнюю общую форму *бӯ; ойратскій письменный языкъ⁵ даетъ важное подтвержденіе этому предположенію. Дѣйствительно, въ ойратскихъ рукописяхъ, старыхъ и новыхъ, эта частица отрицанія при повелительномъ наклоненіи встрѣчается чаще всего въ формѣ ѳ «бӯ», и только въ болѣе новыхъ рукописяхъ, и то рѣдко, появляется форма ѳ «бу». Проф. А. Поповъ, повидямому, обратилъ уже вниманіе на это обстоятельство, потому что въ своей «Калмыцкой грамматикѣ»⁶ онъ указываетъ только одну форму ѳ «бӯ», какъ частицу отрица-

¹ См. А. Д. Рудневъ. ХБГ, стр. LXXIII.

Протоіерей А. Орловъ въ своей «Грамматикѣ монголо-бурятскаго разговорнаго языка» (Казань, 1878), указываетъ форму «бу» (стр. 187), однако надо имѣть въ виду, что его транскрипція очень несовершенна. Кастренъ тоже пишетъ бу («bu»), см. M. Alexander Castrén's Versuch einer Burjätischen Sprachlehre nebst kurzem Wörterverzeichnis. Herausgegeben von Anton Schiefner. St.-Petersburg, 1857, p. 72—73

² См. А. Д. Рудневъ. МВМ, стр. 74. Въ Опытѣ словаря указаны формы бӯ (ару-хорч., дурб.-бейс., джаст.), бу (горл.), но въ текстахъ есть бу и для ару-хорч. (стр. 17). Надо имѣть еще въ виду, что въ восточно-монгольскихъ говорахъ часто у и ү < «ү» не различаются (ibid., стр. 192), такъ что, быть можетъ, и для восточно-монгольскихъ говоровъ возможно признавать существованіе формы бӯ.

³ См. G. J. Ramstedt. Mogholica, p. 24.

⁴ У современныхъ ойратовъ (западныхъ монголовъ, калмыковъ) Кобдоскаго округа с.-з. Монголіи наравнѣ съ обыденнымъ, часто небрежнымъ, языкомъ существуетъ особый, традиціонно сохраняющійся, болѣе возвышенный, «идеальный» языкъ, болѣе древній и получающій особое примѣненіе въ устныхъ эпическихъ произведеніяхъ. Несмотря на различіе ойратскихъ нарѣчій и говоровъ с.-з. Монголіи этотъ живой литературный языкъ является болѣе или менѣе одинаковымъ въ устахъ представителей разныхъ ойратскихъ племенъ, говорящихъ на разныхъ нарѣчійхъ. Частица отрицанія при повелительномъ наклоненіи въ формѣ бӯ встрѣчается въ такомъ живомъ литературномъ разговорномъ языкѣ разныхъ ойратскихъ племенъ, живущихъ иногда далеко другъ отъ друга, напр. захач. бӯ ке-лѣк, — пусть не говоритъ, бант. бӯ jowč — не иди, не смѣй идти.

⁵ Ойратская (западно-монгольская, калмыцкая) письменность и литература возникли въ половинѣ 17-го вѣка благодаря дѣятельности Зал Пандиты (см. К. Θ. Голдстунскій. Монголо-ойратскіе законы 1640 года, дополнительные указы Галданъ-хунъ-тайджія и законы, составленные для Волжскихъ калмыковъ при калмыцкомъ ханѣ Дондукъ-Даши. Калмыцкій текстъ съ русскимъ переводомъ и примѣчаніями. С.-Петербургъ, 1880, стр. 121—130). Въ настоящее время у многихъ ойратскихъ племенъ эта письменность (тодѣ бичикъ) вытѣсняется монгольской (худи бичикъ).

⁶ Стр. 174. См. также В. Jülg. Die Märchen des Siddhi-Kür. Kalmükischer Text mit deutscher Übersetzung und einem kalmükisch-deutschen Wörterbuch. Leipzig, 1866, p. 170. А. Бобровниковъ (Грамм., стр. 175) указываетъ форму ѳ «бӯ», но замѣчаетъ: «Вмѣсто

нія при повелительномъ наклоненіи. Очень можетъ быть, что появленіе формы *ᠪ* «бу» надо будетъ отнести къ безграмотнымъ написаніямъ. Ойратскіе грамотѣи, въ виду слабости письменныхъ и литературныхъ традицій, часто не знаютъ, какъ примирить формы живой рѣчи съ правилами старой письменности¹.

Вотъ эти данныя и заставляютъ пересмотрѣть вопросъ о частицѣ монгольскаго письменнаго языка *ᠪ* «буу».

Въ монгольскихъ рукописяхъ и ксилографахъ, кромѣ этой формы, встрѣчаются и другія: *ᠪ* «бу», *ᠪ* «буі», или «бү», *ᠪ* «бүү», или «буіу»². Можно-ли считать на основаніи существованія этихъ формъ, что и въ письменномъ монгольскомъ языкѣ имѣлась частица «бү», которую тогда можно было бы считать общемонгольской?

Надо выяснитъ вопросъ, откуда взялось столько разныхъ формъ одной и той же частицы.

Извѣстно, что монголы заимствовали свою письменность отъ уйгуровъ; извѣстно также, что монголы часто рабски слѣдовали уйгурскимъ образцамъ въ написаніи тѣхъ или другихъ словъ³. Уйгуры же, очевидно въ виду осо-

ᠪ («бү») калмыки часто пишутъ *ᠪ* («бу»), и это справедливо, такъ какъ въ этой частицѣ гласная *у* произносится коротко.

Памятники монгольскаго «квадратнаго» письма, трудъ араба-филолога и китайская транскрипція Юавъ-чао-ми-ши даютъ форму «бу», но въ этихъ источникахъ *у* и *ү* различить часто весьма трудно (см. проф. А. М. Позднѣевъ. Лекціи по исторіи монгольской литературы, читанныя въ 1896/97 акад. году. Записалъ и издалъ студентъ Х. П. Кристи. С.-Петербургъ, 1897 г., стр. 175—176).

П. М. Меліоранскій, Арабъ-филологъ о монгольскомъ языкѣ. ЗВОНРАО, т. XV, стр. 169. С.-Пб. 1903 г.

¹ Ойраты часто, напримѣръ, пишутъ *ᠪ* «угеі» вмѣсто правильнаго *ᠪ* «үгеі» — нѣтъ — совершенно пренебрегая всѣми правилами своей письменности потому, что въ ихъ живомъ языкѣ это слово звучитъ угā, угō, угб; ср. В. Л. Котвичъ. Опытъ, стр. 2—6.

² Напр. въ экземплярѣ Парижской Національной Библіотеки монгольскаго Ганджура (фондъ Pelliot), иногда воспроизводящемъ дословно редакцію рукописнаго монг. Ганджура, находящагося въ библіотекѣ Петроградскаго Университета и представляющаго собою, повидимому, переводъ временъ Ликданъ-хапа, часто встрѣчаются формы *ᠪ* «бү» и *ᠪ* «бүү».

Первая изъ этихъ формъ часто попадается въ хул. изданіи монгольскаго сочиненія «бодhi седкіл тегдсүгсен кёке коболаігу Саран кёкеге перетү сібабуи-у тубуци» (Хул. Q. 9 по рукописному каталогу библіотеки Императорскаго Петроградскаго Университета).

³ См. Б. Я. Владиміровъ. Турецкіе элементы въ монгольскомъ языкѣ. ЗВОНРАО, т. XX (С.-Петербургъ, 1911), стр. 162—169.

бенностей своего алфавита, затруднялись изображать конечное *ү* въ односложныхъ словахъ: дѣйствительно **Я** «*ү*» на концѣ могло бы читаться, какъ «*yi*». Вѣроятно поэтому уйгуры стали обозначать конечное «*ү*» односложныхъ словъ черезъ два *y*: **Я** «*уу*»; напр., **Ж** «*суу*» = «*сү*» — войско, — при чемъ такое начертаніе закрѣпощалось за словомъ и употреблялось и тогда, когда не было въ немъ особой нужды, когда, напримѣръ, наращались частицы, и «*ү*» переставало быть конечнымъ; напр., **Ж** «*сууси*» = «*сүси*» — его войско¹.

То же самое встрѣчаемъ мы и въ монгольской письменности; подражая уйгурамъ, монголы тоже стали изображать конечное «*ү*» односложныхъ словъ черезъ два *y*: **Ж** «*уу*»; напр., то же слово «*сү*» — войско, встрѣчается въ начертаніи **Ж** «*суу*» = «*сү*» (vol. ка отдѣла Ідудба экземпляра монгольскаго Ганджура Парижской Національной Библіотеки, f. 1 r.), т. е. совершенно такъ же, какъ и въ уйгурской письменности.

На этомъ основаніи можно предполагать, что монголы при помощи двухъ *y*: **Ж** «*уу*»: стали изображать и «*ү*» въ словѣ «*бү*» — не, не смѣй, т. е. стали писать **Ж** «*буу*» = «*бү*»; формы же **Ж** и **Ж**, которыя должны читаться «*бү*» и «*бүү*», указываютъ на стараніе такъ или иначе точнѣе отмѣтить это конечное «*ү*». Благодаря алфавиту Зая-Пандиты западные монголы — ойраты — могли легко справиться съ задачей обозначать конечное «*ү*» въ односложныхъ словахъ и, дѣйствительно, въ ойратскихъ рукописяхъ мы чаще всего находимъ эту частицу отрицанія при повелительномъ склоненіи въ формѣ **Ж** «*бү*».

Такимъ образомъ, на основаніи формъ какъ живыхъ монгольскихъ нарѣчій, такъ и письменныхъ монгольскихъ и ойратскихъ можно думать, что общей формой этой частицы отрицанія при повелительномъ склоненіи было **бү*.

Вышеупомянутая другая частица отрицанія при повелительномъ склоненіи **бүтүгеі* есть не что иное, какъ форма optativ. отъ глагола «*бү*» — быть, подобно другой частицѣ «*бајітубай*» — не только... но и, являющейся

¹ См. W. Radloff. *Ṭiṣṭavustik ein in türkischer Sprache bearbeitetes Buddhistisches Sūtra*. Bibliotheca Buddhica, XII, St.-Petersburg, 1910, p. 60.

optativ. отъ глагола «баји» — быть, существовать. Можно, поэтому, съ большой вѣроятностью предполагать, что частица отрицанія при повелительномъ наклоненіи *бў является формой imperativi того же глагола «бў» — быть¹, и труднымъ для объясненія представляется лишь семасіологическое измѣненіе.

6 декабря 1915 г.
Петроградъ.

¹ Любопытно отмѣтить, что въ живомъ литературномъ, разговорномъ языкѣ ойратовъ с.-з. Монголіи встрѣчается выраженіе бў келѣ (—не говори), часто употребляемое вмѣсто бāйтхā < «бајитурāи» — не только... но и.

Результаты первой стадіи эксперименталь- наго изслѣдованія структуры кристалловъ.

Е. С. Федорова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г.).

Пользуясь появленіемъ книги В. Г. и В. Л. Брагговъ (отца и сына) *X Rays and crystal structure*, я хотѣлъ бы здѣсь собрать и воспроизвести полученные ими результаты въ наиболее простомъ и наглядномъ видѣ, считая, что эти результаты въ нѣкоторой степени есть результаты первой стадіи такого рода изслѣдованій. Я считаю это потому, что, какъ будетъ видно изъ далѣйшаго изложенія, примененный методъ далъ возможность опредѣлить съ полною подробностью структуру кристалловъ на рядѣ нѣсколько усложняющихся примѣровъ, но все-таки не вышелъ изъ области простѣйшихъ возможныхъ случаевъ, и уже не далъ возможности получить результатовъ даже для кристалловъ столь простаго химическаго состава, какъ кварцъ и ромбическая сѣра. Конечно, по этому методу можетъ быть получено еще не мало другихъ опредѣленій, но всѣ они все-таки будутъ относиться къ простѣйшимъ примѣрамъ изъ всѣхъ возможныхъ; чтобы совладать съ примѣрами нѣсколько болѣе сложными, методъ необходимо долженъ получить далѣйшее развитіе, котораго въ настоящее время нельзя и предвидѣть.

Прежде всего эта сложность обуславливается большимъ числомъ атомовъ, входящихъ въ составъ частицы. Кромѣ того, явное несовершенство метода, употребленнаго Браггами, состоитъ въ томъ, что онъ не является гармонически приспособленнымъ къ изслѣдованію структуры кристалловъ, что выражается въ томъ, что для двухъ веществъ, которыя мы могли бы вообразить съ тождественною кристаллическою структурою, но съ разными

атомами, экспериментальныя числа, которыя получаются по этому методу и служат для установленія структуры, получаются весьма различными¹, и вообще глубокія различія получаются при замѣщеніи одного атома другимъ, сколько бы послѣдній ни былъ близокъ къ первому по химической роли (но не по вѣсу атома; близкіе же по роли вообще существенно различаются по своему вѣсу).

Впрочемъ, этой первой стадіи предшествовало такъ сказать введеніе въ методы экспериментальнаго изученія структуры кристалловъ, когда производилось простое фотографированіе X лучей, пропущенныхъ чрезъ кристаллическое вещество. Результаты получались различныя для разныхъ кристалловъ и даже для такихъ близкихъ какъ SiK и SiNa и хотя въ полученныхъ фотографическихъ отпечаткахъ и кроются данныя для опредѣленія структуры, но эти данныя связаны со структурой настолько сложно, что распознаваніе по нимъ структуры оказалось возможнымъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ; къ тому же этотъ методъ характеризуется и особою грубостью, несравнимою съ точностью метода Брагговъ.

Для кристаллографовъ глубочайшій интересъ представляютъ только методы, дающіе возможность точно устанавливать структуру кристалловъ, и такъ какъ въ настоящее время общихъ методовъ такого характера еще не существуетъ, то приходится ограничиться методомъ Брагговъ и на первый разъ хотя бы полученными имъ результатами.

Уже теперь однако можно сказать, что этотъ методъ санкціонировалъ экспериментально тѣ теоретическіе выводы и построенія, которые были сдѣланы до его появленія, такъ что всѣ пока полученные результаты входятъ въ рамки возможныхъ структуръ, предусмотрѣнныхъ раньше, а для этихъ структуръ были выработаны методы простѣйшаго ихъ выраженія и изображенія. Въ частности, наиболѣе простые методы этого ряда были употреблены авторомъ этой статьи въ сочиненіи «Reguläre Plan- und Raumtheilung»². Въ немъ правильныя системы точекъ получили выраженія: 1) въ видѣ спеціальныхъ уравненій для такихъ системъ, 2) въ видѣ спеціальныхъ проекцій ихъ элементовъ симметріи, и наконецъ 3) въ видѣ соотвѣтственныхъ параллелоэдровъ съ отмѣченными на ихъ граняхъ элементами симметріи,

¹ Въ этомъ отношеніи методъ гониометрическаго изслѣдованія является такъ сказать основнымъ, гармонически приспособленнымъ къ изслѣдованію кристалловъ; за нѣкоторыми исключеніями числа, получаемыя по этому методу, тѣмъ ближе другъ къ другу, чѣмъ ближе подходятъ кристаллы по своей структурѣ. Напротивъ того, оптический методъ не связанъ такъ точно со структурою и можетъ привести къ весьма различнымъ числамъ для кристалловъ съ тождественною структурою.

² Abhandlungen d. k. bayer. Akad. d. Wis. II Cl. XX B., 1899.

связывающих такой параллелоэдръ съ равнымъ смежнымъ ему параллелоэдрамъ, примыкающимъ къ нему по этой грани. Если по такой грани смежный параллелоэдръ примыкаетъ просто въ параллельномъ положеніи, то никакой отмѣтки на грани не требуется. Если въ изображеніи всѣ грани остаются безъ отмѣтокъ, то значитъ всѣ параллелоэдры тождественно параллельны и система получаетъ названіе системы I порядка; если существуютъ только двѣ ориентировки, то система называется II порядка и т. д.

Если всѣ элементы симметріи сходятся въ одной точкѣ, центрѣ симметріи, то система называется симморфной; если въ одномъ центрѣ симметріи сходятся только всѣ оси симметріи, а элементы симметричности служатъ для совмѣщенія параллелоэдра со смежными, то система называется гемисимморфною; всѣ остальные правильныя системы точекъ асимморфны.

Если система не симморфна, то значить содержимое параллелоэдровъ имѣетъ нѣсколько напр. n различныхъ ориентировокъ (очевидно, что сами параллелоэдры какъ простыя геометрическія тѣла сохраняютъ во всей системѣ параллельную ориентированность), и такая система есть система n -го порядка. Но и въ симморфной системѣ параллелоэдры могутъ располагаться не въ одной ориентировкѣ¹.

Итакъ, простѣйшее выраженіе всей безконечной правильной системы, то есть кристаллической структуры сводится: 1) къ параллелоэдру, изъ котораго можно составить систему, 2) къ показанію содержимаго такого параллелоэдра; сюда относится расположеніе разныхъ атомовъ, если таковые имѣются внутри одного параллелоэдра, а также расположеніе въ немъ элементовъ симметріи, если таковые имѣются, то есть если расположеніе атомовъ въ предѣлахъ ограниченія параллелоэдра обладаетъ симметрией, напр. имѣющей величину S_i . Число различныхъ ориентировокъ параллелоэдровъ называется величиною симметріи связи S_e . Произведеніе же $S_i \times S_e = S$ есть величина симметріи системы то есть кристаллическаго вещества, которое выражается этою системою.

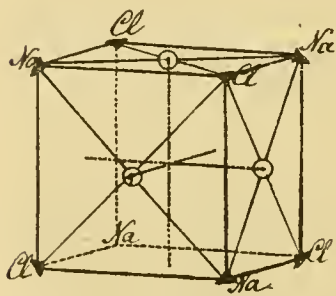
Такъ какъ сами Брэгги въ своемъ изложеніи не обратили вниманія на эту сторону дѣла, и черезъ это не выразили въ простѣйшемъ видѣ полученные ими результаты, то я и имѣю въ виду сдѣлать въ этой замѣткѣ.

¹ Подъ параллелоэдромъ системы мы будемъ подразумѣвать тотъ, который обнимаетъ наименьшую часть пространства, изъ которой путемъ симметрическаго совмѣщенія мы можемъ вывести всѣ остальные части, то есть такіе же параллелоэдры, хотя бы и съ иначе ориентированнымъ содержимымъ.

При этомъ я не имѣю въ виду здѣсь излагать метода и хода изслѣдованій¹ этихъ авторовъ и даже не предполагаю излагать предварительной работы, необходимой для полученія изложенныхъ здѣсь результатовъ, а именно копированіе по даннымъ авторовъ изображеній соответственныхъ правильныхъ системъ точекъ въ изображеніи векторіальными кругами².

Простѣйшими примѣрами, съ которыхъ Брэгги начали свои опредѣленія, были кристаллы хлоридовъ щелочей, къ которымъ конечно принадлежатъ и другія изоморфныя соли. Расположеніе атомовъ, къ которому привели эти изслѣдованія, сводится къ чередованію обѣихъ составляющихъ атомовъ въ вершинахъ куба такъ, чтобы каждыя двѣ вершины на одномъ ребрѣ принадлежали разнымъ атомамъ.

Параллелоэдръ (фиг. 1), обнимающій наименьшее повторяющееся пространство, въ данномъ случаѣ есть кубъ, въ чемъ легко убѣдимся, если при-



Фиг. 1.

мемъ его грани за плоскости симметріи или помѣстимъ въ ихъ центрахъ центры обращенія³. Но такіе кубы выполняютъ пространство не въ параллельномъ положеніи, а имѣютъ двѣ различныя оріентировки, опредѣляемыя только что упомянутыми элементами симметріи, а содержащимосъ ихъ имѣетъ вдвое меньшую величину симметріи (гексаксисъ-тетраэдрической), чѣмъ симметрія полной системы (гексаксисъ-октаэдрической). Слѣдовательно, это система параллелоэдровъ II порядка.

Но какъ правильная система точекъ, данная система симморфна, и центры симметріи, въ которыхъ пересекаются всѣ элементы симметріи системы (три четверныхъ, четыре тройныхъ, шесть двойныхъ осей симметріи, главныя и діагональныя плоскости симметріи; въ нихъ же находятся и центры обращенія), есть вершины этого куба⁴.

¹ Въ наиболѣе доступномъ изложеніи это сдѣлано въ журналѣ «Природа» въ статьѣ «Первые шаги въ дѣлѣ распознаванія расположенія атомовъ въ кристаллѣ» (мартъ 1915).

² Въ частности, это сдѣлано для алмаза въ Запискахъ Горнаго Института въ статьяхъ «О строеніи кристалловъ алмаза по Брэггу» (V, 68) и «Первое констатированіе опытнымъ путемъ асимморфной правильной системы» (V, 54).

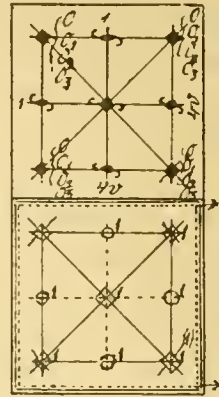
³ Иначе — центры обратнаго равенства.

⁴ Можно также принять такую точку за центръ ромбическаго додекаэдра, и тогда этотъ параллелоэдръ будетъ I порядка; но это находилось бы въ противорѣчіи съ опредѣленіемъ элементарнаго параллелоэдра, даннымъ выше.

Кубъ съ элементами симметріи даннаго случая обозначается 19δ III, а данная симморфная правильная система точекъ, которую мы разсмотримъ ближе, обозначается 24γ , почему вся система параллелоэдровъ должна имѣть отъѣтку 24γ . 19δ III.

Совокупность элементовъ симметріи изображена на фиг. 2, которая слагается изъ двухъ частей; на верхней изображены элементы симметріи совмѣщенія, на нижней — элементы симметричности¹.

Для поясненія этого чертежа приходится сказать слѣдующее: на верхней черные квадратики отмѣчаютъ положеніе вертикальных четверныхъ осей симметріи, посреди паръ которыхъ находятся двойныя винтовыя оси симметріи, а въ центрѣ изображена четверная винтовая ось, но не съ ходомъ $\frac{\lambda}{4}$, какъ обыкновенныя правыя и лѣвыя четверныя винтовыя оси, а съ ходомъ $\frac{\lambda}{2}$, почему она не можетъ быть ни правою, ни лѣвою и одновременно представляетъ изъ себя двойную ось симметріи. Что относится къ расположенію вертикальныхъ осей, то же относится до обѣихъ группъ горизонтальныхъ осей, изъ коихъ оси симметріи вычерчиваются сплошными, а винтовыя — пунктиромъ. Но такъ какъ горизонтальныя оси могутъ находиться не только въ плоскости чертежа, но отстоять отъ него (выше или ниже) на $\frac{\lambda}{2}$ (равной сторонѣ вычерченного квадрата) и на $\frac{\lambda}{4}$, то соотвѣтственные разстоянія отмѣчаются на чертежѣ сбоку, считая $\frac{\lambda}{4}$ за 1-цу; цифру 2 уже ставитъ незачѣмъ, такъ какъ на этомъ разстояніи ось покрывается такою же осью и того же наименованія (но не равною, а равнодѣйствующею).



Фиг. 2.

Что же касается тройныхъ осей симметріи, то при точкѣ ихъ пересѣченія съ плоскостью чертежа выставляются буквы O , O_1 , O_2 , O_3 , соотвѣтствующія направленіямъ $[111]$, $[\bar{1}\bar{1}1]$, $[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$ и $[1\bar{1}\bar{1}]$. Имѣются еще и равнодѣйствующія правыя и лѣвыя тройныя винтовыя оси, но онѣ пропускаются въ изображеніи. Положеніе ихъ легко найти, какъ составляющихъ оси правильныхъ трехгранныхъ призмъ, образующихся тремя параллельными ближайшими тройными осями симметріи. На чертежѣ пропущены также всѣ косыя двойныя оси симметріи и винтовыя. Ихъ полное изображеніе сдѣлало бы чертежъ очень сложнымъ, а ихъ пропускъ не такъ су-

¹ Cp. Reg. Pl. u. R. Th. Taf. III u. V.

ществень, такъ какъ онѣ выводятся какъ равнодѣйствующія изъ четверныхъ и тройныхъ осей¹.

Исключеніе сдѣлано для двухъ двойныхъ осей симметріи, представляющихъ діагонали квадрата на плоскости чертежа. Внимательное разсмотрѣніе чертежа покажетъ, что въ центрѣ куба, построеннаго на основномъ квадратѣ, пересѣкаются три четверныя винтовыя оси съ ходомъ $\frac{\lambda}{2}$ и что въ такой оси на разстояніи $\frac{\lambda}{4}$ чередуются то пары осей, параллельныхъ главнымъ осямъ, то пары діагональныхъ осей.

На нижней половинѣ чертежа въ видѣ сплошныхъ прямыхъ показаны вертикальныя плоскости симметріи и пунктиромъ — вертикальныя плоскости симметричнаго скольженія² съ вертикальнымъ поступаніемъ $\frac{\lambda}{2}$.

Косыя плоскости симметріи и симметричнаго скольженія вовсе пропущены.

Горизонтальная плоскость симметріи, совпадающая съ плоскостью чертежа (а слѣдовательно и параллельныя ей плоскости симметріи на разстояніи $\frac{\lambda}{2}$ и кратномъ) показана на обводѣ чертежа въ видѣ сплошнаго квадрата. Что же касается горизонтальной плоскости скольженія, то она на томъ же обводѣ показана пунктиромъ, а приставленною цифрою (1) показывается ея разстояніе; стрѣлкою же отмѣчены направленія скольженія.

Центры обращенія показаны кружками, а разстояніе ихъ всѣхъ отъ плоскости чертежа отмѣчено цифрою 1, отмѣчающею, что это разстояніе есть $\frac{\lambda}{4}$. Изъ того же чертежа видно, что четверныя оси симметріи есть одновременно и четверныя оси сложной симметріи, причемъ ихъ центры (пересѣченія осей и плоскости сложной симметріи), находятся на плоскости чертежа, а четверныя винтовыя оси есть также и четверныя оси сложной симметріи, но ихъ центры отстоятъ отъ плоскости чертежа на разстояніи $\frac{\lambda}{4}$.

Распознаваніе расположенія атомовъ въ связи съ знакомствомъ главнѣйшихъ кристаллографическихъ свойствъ кристалловъ этой группы, позволяетъ точнѣе опредѣлить, съ чѣмъ связаны главныя особенности кристаллографическихъ комплексовъ.

Въ данномъ случаѣ за элементарный параллеледръ системы приходится

¹ Достаточно указать на то, что полный цикл всѣхъ осей совмѣщенія выводится изъ произвольно взятыхъ двухъ непересѣкающихся осей: одной четверной и одной тройной. Можно взять и двѣ пересѣкающіяся оси, но тогда нужно имѣть въ виду направленіе и величину полного совмѣщенія или ея слагающихся по направленію главныхъ осей.

² Напомню, что соответствующее движеніе складается изъ отраженія въ плоскости симметріи и поступанія по направленію, находящемуся въ плоскости симметріи. Слѣдовательно, такіе элементы симметричности до нѣкоторой степени аналогичны винтовымъ осямъ.

признать не ромбическій додекаэдръ (гексапараллелоэдръ), а кубъ (см. прим. 4, стр. 362), почему и структуру приходится признать за гексаэдрическую.

И въ самомъ дѣлѣ, если признать атомы за равнозначные слагающіе кристаллической структуры, то пространственная рѣшетка получается гексаэдрическая, то есть съ наибольшею плотностью по плоскостямъ куба и соотвѣтственнымъ уменьшеніемъ плотностей для плоскихъ сѣтокъ другихъ направлений. Въ этомъ случаѣ не только главнѣйшими и даже почти единственно представленными являются грани куба, но по нимъ слѣдуетъ и спайность высокаго совершенства.

Изъ разсмотрѣнной группы изоморфныхъ солей Брэгги изслѣдовали и убѣдились въ ихъ одинаковомъ строеніи соли ClNa , ClK , BrK , JK . Сюда же относится и изслѣдованный ими галенитъ PbS , имѣющій совершенно одинаковое съ ними расположеніе атомовъ, и притомъ одинаковое по отношенію къ обоимъ слагающимъ атомамъ.

Въ общемъ случаѣ амміачныя соли проявляютъ особую близость къ солямъ калиевымъ, которою обусловливается преимущественный изоморфизмъ этихъ солей. Но какъ разъ данная группа составляетъ исключеніе, и кристаллографическія свойства нашатыря, начиная съ главнѣйшихъ формъ, существенно отличаются отъ другихъ кристалловъ этой группы; структура ясно октаэдрическая.

Теперь уже мы имѣемъ изслѣдованіе этихъ кристалловъ по новому методу, оно показало дѣйствительно совсѣмъ не похожую структуру (стр. 158). Прежде всего уголь наденія луча указываетъ на присутствіе всего одной частицы ClNH_4 въ единицѣ кристаллической структуры¹. Сравненіе же энергій отраженія показало, что можно принять атомы Cl находящимися въ вершинахъ куба, а атомъ N въ центрѣ послѣдняго; но атомы водорода по своей ничтожной массѣ почти не вызываютъ никакого эффекта въ изслѣдованіяхъ этого рода, почему положеніе его атомовъ не могло быть опредѣлено.

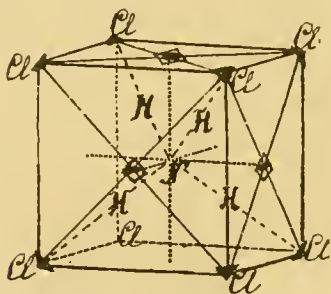
Такимъ образомъ, хотя структура кристалловъ нашатыря и остается не вполне опредѣленною, но констатировано существенное различіе ея отъ другихъ хлоридовъ, между собою изоморфныхъ.

¹ Въ самомъ дѣлѣ, по формулѣ $n\lambda = 2d \sin \theta$, зная длину волны пущеннаго луча (напр. отъ наладіева антикатада $\lambda = 0,576 \cdot 10^{-7}$) и отраженнаго напр. отъ плоскости куба (принимая, что d выражаетъ разстояніе ближайшихъ сѣтокъ этой плоскости) и получивъ для перваго отраженія ($n = 1$) уголь θ , вычислимъ d , а помноживъ d^3 на плотность кристаллическаго вещества, найдемъ массу вещества, приходящуюся на одинъ кубикъ. Съ другой стороны, помножая массу атома водорода ($1,64 \times 10^{-24}$ gr.) на сумму вѣсовъ атомовъ въ химической частицѣ, получаемъ массу такой частицы. Сравненіе двухъ такихъ массъ покажетъ, сколько частицъ приходится на одинъ кубикъ структуры.

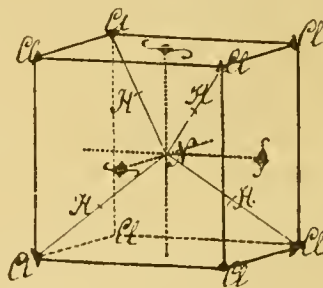
Неопредѣленнымъ остается собственно положеніе атомовъ Н на діагоналяхъ куба, такъ, какъ по условіямъ симметріи, конечно они должны быть расположены на этихъ діагоналяхъ и въ совокупности образовать тетраэдръ. Но, строго говоря, это положеніе не играетъ особой роли. Ихъ присутствіе во всякомъ случаѣ вдвое повышаетъ плотность расположенія атомовъ на центральныхъ плоскостяхъ, параллельныхъ гранямъ ромбическаго додекаэдра и представляющихъ плоскости симметріи (фиг. 3). Въ данномъ случаѣ мы опять получаемъ симморфную систему, отмѣченную 19d III.

Самимъ Браммомъ было извѣстно, что на этихъ кристаллахъ наблюдались проявленія признаковъ гироэдрическаго вида симметріи, котораго никакъ нельзя вывести изъ полученной структуры кристалла.

Теоретически для пашатыря представляется полная возможность вывести гироэдрическій видъ симметріи, если представить себѣ, что главные оси, которыя въ данномъ случаѣ представлены четверными осями сложной



Фиг. 3.



Фиг. 4.

симметріи, замѣнить четверными винтовыми осями съ ходомъ $\lambda/2$. При соответствующемъ элементарномъ движеніи кубъ совмѣстится со смежнымъ по грани кубомъ, въ которомъ расположеніе атомовъ (Н) будетъ нѣсколько иное, чего однако по способу Брагговъ распознать нельзя.

Въ этомъ случаѣ получится однако симморфная система точекъ, отмѣченная числомъ (24)¹. Но по методу Брагговъ мы не отличили бы ее отъ предъидущей системы, такъ какъ различіе свелось бы лишь къ нѣкоторому различію атомовъ Н (дополнительные тетраэдры) въ смежныхъ по гранямъ кубахъ. Въ виду большаго согласія такого предположенія съ опытомъ, можно полагать, что именно таково и есть строеніе пашатыря; параллелоэдръ системы изображенъ на фиг. 4.

¹ Я не привожу здѣсь ея изображеніе, потому что оно тождественно съ верхнею половиною фиг. 2, ибо въ этомъ случаѣ элементовъ симметричности не имѣется.

Параллелоэдръ этотъ опять есть кубъ фиг. 4, если только въ немъ четверную ось сложной симметріи замѣнимъ четверною винтовою осью съ ходомъ $\frac{\lambda}{2}$ (считая именно за $\frac{\lambda}{2}$ сторону куба) и конечно отбросимъ плоскости симметріи. Поэтому обозначеніе системы должно быть 24. 19 III, гдѣ III есть выраженіе куба (трипараллелоэдра); 19 III выражаетъ кубъ съ осами тетартострического вида симметріи, а 24 совокупность элементовъ симметріи, изображенная на фиг. 2 (верхняя часть).

Если бы мы разсматривали атомы какъ геометрическія точки и даже какъ шары, то получилась бы специальная система точекъ съ гексакист-октаэдрическимъ видомъ симметріи. На опытѣ же констатированъ гироэдрическій видъ симметріи. Это требуетъ спеціальнаго разъясненія.

Этотъ фактъ мнѣ представляется имѣющимъ большое значеніе. При изслѣдованіяхъ этого рода атомы болѣею частью играютъ роль шаровъ. Это слѣдуетъ изъ того, что чрезъ одинъ и тотъ же атомъ проходятъ всякаго рода оси и плоскости симметріи. Напримѣръ въ данной системѣ чрезъ атомъ Cl проходятъ всѣ четверныя, тройныя и двойныя оси симметріи, а въ системѣ хлористаго калия чрезъ него, такъ-же какъ и чрезъ атомъ K проходятъ не только всѣ эти оси симметріи, но и всѣ девять плоскостей симметріи кубическихъ кристалловъ.

Между тѣмъ, свойства атомовъ уже настолько намъ знакомы, что мы можемъ утверждать, что они во всякомъ случаѣ не имѣютъ симметріи шара, такъ какъ не представляютъ шарообразнаго комка однороднаго и непрерывнаго вещества.

Слѣдовательно, есть нѣчто, что придаетъ такому асимметрическому, по существу, образованію какъ атомъ свойства шара. И здѣсь говорю про асимметричность по крайней мѣрѣ нѣкоторыхъ атомовъ потому, что одно изъ коренныхъ извѣстныхъ ихъ свойствъ есть такъ называемая атомность, а атомы одноатомные очевидно не могутъ быть иными, какъ только вполне асимметричными. Между тѣмъ именно таковыя (примѣръ Cl и K) фигурируютъ въ нашихъ системахъ, какъ имѣющіе симметрію шара.

Ясно, что то привходящее обстоятельство, которое можетъ имѣть это свойство, есть ихъ движеніе, которое должно быть двоякаго рода: 1) вращеніе около центра (точное около мгновенныхъ осей) и 2) колебательное движеніе во всевозможныхъ направленіяхъ. Если бы мгновенныя оси могли имѣть всевозможныя направленія и притомъ съ равными предѣлами угловыхъ скоростей и также если бы амплитуды колебаній во всѣхъ направленіяхъ были бы одинаковы, то конечно атомъ получилъ бы симметрію шара.

Но есть ли такое движеніе необходимое свойство движенія атомовъ въ кристаллическихъ веществахъ?

Вотъ фактъ гироздрическаго вида симметріи кристалловъ нашатыря при только что констатированномъ расположеніи его атомовъ дастъ на вопросъ отвѣтъ отрицательный, то есть, что во всякомъ случаѣ не всегда атомы обладаютъ симметрией шара, и въ разсматриваемомъ частномъ случаѣ этого нельзя сказать про атомы Н. И конечно сами по себѣ атомы Н, какъ одноатомные, представляютъ типичный примѣръ асимметрическихъ атомовъ.

Но мы можемъ идти дальше и утверждать, что если бы эти атомы и имѣли симметрію шара, то, находясь въ условіяхъ, только что разобранныхъ для кристалловъ нашатыря, они подъ воздѣйствіемъ окружающихъ различныхъ атомовъ получили бы движеніе, нарушающее ихъ симметрію. Если признать, что они находятся на тройныхъ осяхъ симметріи, то пришлось бы ихъ признать за образованія, обладающія этими осями, но отнюдь не осями вращенія (при каковомъ условіи всѣ плоскости, проходящія чрезъ ихъ тройную ось симметріи, были бы плоскостями симметріи). Если бы это имѣло мѣсто, то кристаллы обладали бы не гироздрическою, а гексакисъ-октаэдрическою симметрией. Въ этомъ смыслѣ для характеристики ихъ роли въ данномъ кристаллическомъ строеніи мы должны были бы разсматривать ихъ за тѣла, обладающія только тройною осью симметріи, но безъ плоскостей симметріи.

Въ этомъ смыслѣ мы и впредь будемъ говорить про атомы, обладающіе симметрией шара или другою, низшею симметрией, а въ частныхъ случаяхъ можетъ быть и лишенными симметріи.

Мы будемъ брать это какъ фактъ прямого опыта, потому что, не зная свойствъ атомовъ въ достаточной полнотѣ, мы, конечно, не можемъ предвидѣть ихъ поведенія въ отдѣльныхъ частныхъ случаяхъ.

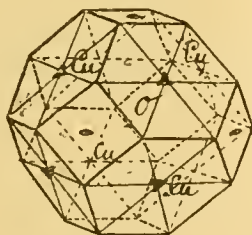
Отъ нашатыря простой переходъ къ *куприту*, кристаллы котораго изслѣдованы Браггами съ исчерпывающей полнотой (стр. 155). Въ общемъ, расположеніе атомовъ въ отдѣльномъ кубическомъ элементѣ какъ разъ такое, какое мы приняли для нашатыря на фиг. 4; однако теперь атомы кислорода имѣютъ положеніе не только атомовъ Cl, но и атомовъ N въ нашатырѣ, а атомы Си замѣщаютъ мѣста атомовъ Н. Но именно вслѣдствіе такого расположенія двухъ родовъ атомовъ, теперь уже нельзя кубъ признать за элементарный параллеледръ системы, а за таковой приходится признать приплюснутый октаэдръ, какъ это и изображено на фиг. 5. Въ ней показанъ атомъ О въ центрѣ, а атомы Си въ центрахъ четырехъ граней, такъ что въ совокупности получается тетраэдръ.

По методу Брагговъ центръ обращенія не опредѣляется; поэтому результаты получаются тождественными, если всю систему атомовъ или ея часть замѣнимъ діаметрально противоположнымъ расположеніемъ.

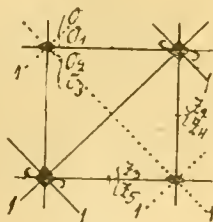
Въ случаѣ напатыря мы имѣемъ какъ разъ такое отношеніе въ расположеніи атомовъ двухъ смежныхъ по грани кубовъ; на дѣлѣ мы получаемъ одно расположеніе изъ другого вращеніемъ около главныхъ вшитовыхъ осей на уголъ 90° , но результатъ для этого спеціальнаго случая не отличается отъ того, какъ если бы мы произвели обращеніе чрезъ центръ или же поворотъ на 180° около двойной оси симметріи, расположенной по діагонали грани куба.

Теперь, останавливаясь на купритѣ, мы опять замѣчаемъ нѣкоторое противорѣчіе результатовъ Брагговъ съ опытомъ, такъ какъ на опытѣ явно проявленъ гидроэдрический видъ симметріи, а это несовмѣстимо съ только что отмѣченнымъ атомнымъ строеніемъ куприта.

Но вообразимъ, что мы отъ содержимаго параллелоэдра переходимъ къ содержимому смежнаго по октаэдрической грани параллелоэдру чрезъ посредство двойной оси симметріи, расположенной на грани октаэдра какъ одна изъ діагоналей шестигульника. Получимъ систему параллелоэдровъ II порядка и новую, и притомъ асимметричную систему точекъ, а именно отмѣченную цифрою (9). И если бы таково было дѣйствительно расположеніе атомовъ, то, какъ я только-что отмѣтилъ, по способу Брагговъ его нельзя было бы отличить отъ того, которое дано этими учеными. Но вмѣстѣ съ тѣмъ противорѣчіе съ опытомъ было бы устранено, а потому нѣтъ основанія останавливаться непременно на уже отмѣченномъ расположеніи, а съ большимъ основаніемъ мы можемъ замѣнить его тѣмъ, которое получится отъ присоединенія двойныхъ осей симметріи на октаэдрическихъ граняхъ, что и показано на фиг. 5. Хотя при этомъ положеніе атомовъ въ плоскостяхъ



Фиг. 5.



Фиг. 6.

сѣтокъ и измѣнится, но составъ и плотность расположенія атомовъ останутся неизмѣнными, а отъ этого только и зависятъ какъ углы отраженія, такъ и напряженности лучей.

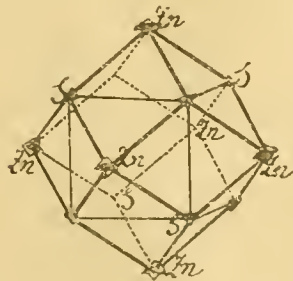
Такимъ образомъ для этой системы получимъ отмѣтку (9) 20 VII, гдѣ VII выражаетъ гептанараллелоэдръ, 20 VII показываетъ въ немъ оси тетраэдрическаго вида симметріи, а (9) асимморфную систему точекъ, изображенную на фиг. 6 (см. примѣчаніе въ концѣ, стр. 389).

Въ этой системѣ атомы Си находятся въ точкѣ пересѣченія одной тройной съ тремя перпендикулярными двойными осями симметріи (центръ тригонально трапецоэдрической симметріи) и слѣдовательно также не принадлежатъ къ атомамъ съ симметріей шара. Если бы они имѣли такую симметрію, видъ симметріи системы не могъ бы быть гироэдрическимъ.

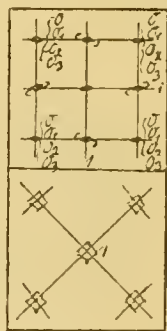
Еще разъ сравнивая системы нашатыря и куприта, отмѣтимъ, что хотя относительное расположеніе атомовъ въ обоихъ случаяхъ одинаково (или по крайней мѣрѣ его можно принять таковымъ), однако системы все таки различны, потому что тѣ положенія, которыя въ первомъ занимаютъ атомы Си и N, во второмъ заняты одинаковыми атомами О. Вотъ почему первая представлена кубомъ, а вторая притупленнымъ октаэдромъ.

Такое же отношеніе въ расположеніи атомовъ Брагги получили для кристалловъ алмаза и сфалерита. Въ обоихъ случаяхъ эти атомы занимаютъ положеніе вершинъ ромбическаго додекаэдра, при чемъ изъ тригональных вершинъ заняты только 4, образующія въ совокупности тетраэдръ. Но въ сфалеритѣ однѣ изъ этихъ вершинъ заняты атомами S, а другія вершины заняты атомами Zn. Однако, въ этомъ случаѣ, несмотря на различіе системъ, ромбическій додекаэдръ для обоихъ остается элементарнымъ параллелоэдромъ¹.

Въ сфалеритѣ (фиг. 7) изъ расположенія атомовъ непосредственно



Фиг. 7.



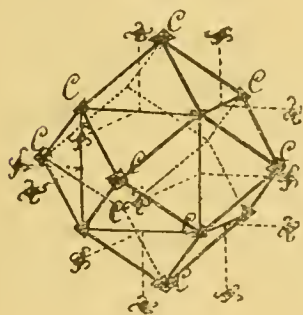
Фиг. 8.

¹ Каждый изъ этихъ атомовъ можно отнести и къ центру параллелоэдра. Слѣдовательно, параллелоэдръ по отношенію къ системѣ точекъ можетъ занимать четыре различныхъ положенія.

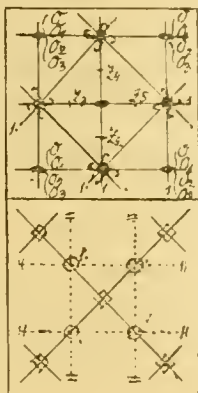
вытекает симморфная система $21\bar{6}$ VI гексакись-тетраэдрического вида симметрии, что превосходно согласуется съ опытомъ. Сокращенное изображеніе ея элементовъ симметрии дано на фиг. 8.

Что же касается алмаза, то при такомъ же расположеніи атомовъ мы въ первый разъ встрѣчаемъ то усложненіе, что на объемъ одного элементарнаго параллелоэдра системы приходится не наименьшее число равныхъ атомовъ, а именно два атома С; наименьшее же число есть конечно 1-ца. Благодаря этому, становятся возможными особенныя движенія совмѣщенія атомовъ, которыя однако не вполне относятся къ простымъ параллелоэдрамъ.

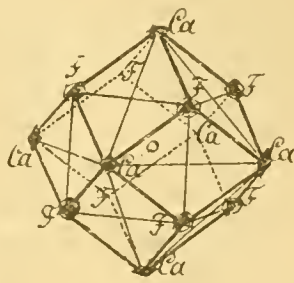
Въ частности, сюда относятся правыя и лѣвыя четверныя винтовыя оси, показанныя на фиг. 9. Это уже было отмѣчено въ книгѣ Брагговъ. Если принять во вниманіе, что внутренняя симметрия параллелоэдра, также показанная на фигурѣ, есть гексакись-тетраэдрическая, то значить полная симметрия системы есть гексакись-октаэдрическая.



Фиг. 9.



Фиг. 10.



Фиг. 11.

Какъ система точекъ она раньше была отмѣчена 38 ($\gamma 1$) и воспроизведена на фиг. 10. Слѣдовательно, обозначеніе системы въ данномъ случаѣ (38) ($\gamma 1$). $21\bar{6}$ VI.

Расположеніе атомовъ во *флюоритѣ* оказалось близкимъ къ двумъ предыдущимъ, напирямърь сфалериту, если Zn замѣнить Са, по атомы F занимаютъ уже положеніе не четырехъ, а всѣхъ восьми тригональных вершинъ ромбическаго додекаэдра. Система получается симморфная, гексакись-октаэдрическаго вида симметрии. Расположеніе атомовъ и элементовъ симметрии показано на фиг. 11. Обозначеніе системы 24γ VI.

Несмотря на спеціальныя трудности, встрѣченныя при изученіи кристалловъ *миди*, именно для нихъ получались простѣйшіе результаты изъ всѣхъ,

до сихъ поръ изслѣдованныхъ, а именно ромбическiй додекаэдръ обладаетъ полною симметрией, но одинъ атомъ мѣди нужно помѣстить въ его центрѣ. Хотя расположенiе атомовъ въ этомъ случаѣ и отлѣчно отъ предыдущаго, но система остается въ точности такою же, почему ей также принадлежитъ обозначенiе 24γ VI.

Не безъ особыхъ трудностей обошлось и изслѣдованiе кристалловъ *кальцита* и *изоморфныхъ* съ нимъ по строенiю и расположенiю атомовъ кристалловъ *родохрозита*, *сидерита* и *натровой селитры*.

Однако результатъ изслѣдованiй можетъ быть изображенъ весьма просто при посредствѣ гексапараллелоэдра, представляющаго какъ бы сжатый, по направленiю одной изъ тройныхъ осей симметрiи, ромбическiй додекаэдръ. Величина сжатiя приблизительно (точные числа можно дать только для отдѣльныхъ членовъ ряда кальцита, но не для всѣхъ) $5:7$ то есть если примемъ діагональ ромбическаго додекаэдра по тройной оси симметрiи за 7, то соотвѣтствующая діагональ для гексапараллелоэдра будетъ 5.

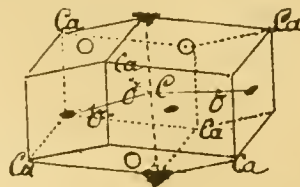
Атомъ С находится въ центрѣ, а атомы Са занимаютъ положенiе тетрагональныхъ вершинъ гексапараллелоэдра; атомы же О находятся въ центральной плоскости, перпендикулярной къ тройной оси симметрiи на радиусахъ, соединяющихъ центръ фигуры съ центрами граней на разстоянiи $2:3$ отъ перваго центра¹. Этѣхъ атомовъ конечно 3 и они связаны другъ съ другомъ тройною осью симметрiи.

Если примемъ длину вертикальнаго ребра гексапараллелоэдра за 1-цу, то плоскость трехъ атомовъ С (содержащая и атомы О), перпендикулярная къ этому ребру какъ тройной оси симметрiи пересѣчетъ его на разстоянiи $\frac{2}{3}$ отъ тетрагональной вершины (съ атомомъ Са), а слѣдующiй атомъ Са на той же оси отстоитъ на $2\frac{2}{3} = 4 \times \frac{2}{3}$ отъ той же плоскости; слѣдовательно, *первый атомъ Са занимаетъ положенiе центра тяжести четырехгранника, одна вершина котораго есть второй атомъ Са, а три другiя вершины — атомы С (или О); что атомъ С находится въ центрѣ тяжести трехъ атомовъ О, непосредственно очевидно.*

Содержимое параллелоэдра имѣетъ тригонально-трапецоэдрическую симметрию, причемъ двойныя оси симметрiи перпендикулярны къ вертикальнымъ гранямъ параллелоэдра, какъ это все и показано на фиг. 12.

¹ Обращу вниманiе на то, что именно при такомъ расположенiи атомовъ О они образуютъ въ центральной плоскости систему правильныхъ треугольниковъ то есть въ *въ наибольшей возможной степени удалены другъ отъ друга*. При этомъ ихъ конгруэнтныя ряды параллельны вертикальнымъ гранямъ параллелоэдра.

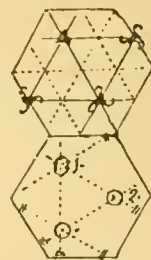
Но этимъ симметрія частицы не ограничивается, такъ какъ для кальцита отчетливѣе, чѣмъ для какого-нибудь другого кристалла, выражается тригонально-скеленоэдрическая симметрія. Ее можно существенно отличить отъ тригонально-трапецоэдрической симметріи присутствіемъ центровъ обращенія; а такъ какъ по расположенію атомовъ эти центры не могутъ быть помѣщены въ центрѣ параллелоэдра, не могутъ быть расположены также и въ центрахъ вертикальныхъ граней (тогда эти грани стали бы плоскостями симметріи, которыя въ такомъ случаѣ также должны были проходить и чрезъ центръ параллелоэдра) и вообще ни въ какихъ другихъ точкахъ кромѣ центровъ косыхъ граней, что и показано на фигурѣ.



Фиг. 12.

Но отсюда вытекаетъ, что параллелоэдры въ этомъ случаѣ располагаются слоями, перпендикулярными къ тройной оси симметріи, и притомъ расположеніе атомовъ (собственно только атомовъ О) въ одномъ слое отличается отъ расположенія въ смежныхъ слояхъ, непосредственно примыкающихъ къ нему. Мы легко поймемъ это различіе, если данное положеніе атомовъ О замѣнимъ другимъ, а именно на трехъ другихъ радіусахъ-векторахъ, составляющихъ биссектрисы трехъ первыхъ.

Такимъ образомъ на этомъ примѣрѣ мы имѣемъ типичную гемисиморфную систему. Эта система была выведена и отмѣчена 16x 1. Мы даемъ изображеніе ея элементовъ симметріи на фиг. 13.



Фиг. 13.

Такъ какъ на этомъ примѣрѣ мы въ первый разъ вышли изъ предѣловъ кристалловъ кубической сингоніи, то полезно остановиться на немъ нѣсколько подробнѣе.

Прежде всего объ осяхъ совмѣщенія.

На основаніи одной теоремы ученія о безконечныхъ правильныхъ системахъ фигуръ въ системахъ кубическаго типа, если имѣются тройныя оси симметріи, то непременно имѣются также правая и лѣвая винтовые оси¹. Такъ какъ тройныя оси симметріи проходятъ не только чрезъ центръ

¹ Эта теорема непосредственно доказывается тѣмъ соображеніемъ, что въ параллелоэдрахъ кубическаго типа непремѣнно имѣются поступанія, не перпендикулярныя къ тройнымъ осямъ симметріи, а при такихъ поступаніяхъ равнодѣйствующими тройнымъ осямъ симметріи могутъ быть только правая и лѣвая винтовые оси.

Въ связи съ этимъ находится тотъ эмпирическій выводъ, полученный авторомъ, что

параллелоэдра, но и совпадаютъ съ его вертикальными ребрами, то этимъ вполне опредѣляется и положеніе тройныхъ винтовыхъ осей, потому что онѣ составляютъ оси трехгранныхъ призмъ, образуемыхъ тремя ближайшими осями симметріи. Такимъ образомъ тройныя винтовыя оси пересѣкутъ косыя грани параллелоэдра въ точкахъ на горизонтальныхъ діагоналяхъ ромбовъ, и притомъ чрезъ одну изъ такихъ точекъ на одной и той же діагонали пройдетъ правая, а чрезъ другую лѣвая ось.

Если мы примемъ это во вниманіе, то прямо изъ фиг. 12 увидимъ, что эти винтовыя оси пересѣкаютъ двойныя оси симметріи, а изъ фиг. 13 (верхней части) видно, что каждую винтовую ось пересѣкаютъ три двойныя оси симметріи на разстояніи $\frac{\lambda}{3}$ другъ отъ друга.

Если въ системахъ кубической сингоніи величина λ поступанія совмѣщенія одна и та же для всѣхъ трехъ главныхъ осей, то въ системахъ гексагональной (и тетрагональной) сингоніи уже нужно отличать λ , относящуюся къ главной (вертикальной) оси, отъ λ_1 , относящейся къ горизонтальнымъ осямъ. Для известковаго шпата это различіе очень рѣзко въ смыслѣ $\lambda < \lambda_1$, гдѣ λ_1 относится къ осямъ, перпендикулярнымъ къ гранямъ призмы.

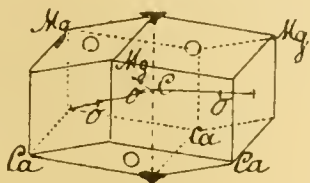
Мы придали центру обращенія положеніе въ центрахъ косыхъ граней параллелоэдра; но изъ фиг. 13 (нижней части) можемъ усмотрѣть, что центры обращенія находятся и на тройныхъ осяхъ симметріи, но не въ центрахъ параллелоэдровъ, а какъ разъ посредниѣ между двумя такими центрами ($1\frac{1}{2}\lambda$). Горизонтальная плоскость, проходящая чрезъ такой центръ на тройной оси симметріи, есть плоскость сложной симметріи. Такимъ образомъ всѣ тройныя оси симметріи этой системы есть одновременно и шестерныя оси сложной симметріи. Чрезъ эти же оси проходятъ (и отмѣчены на фигурѣ нарою узкихъ черточекъ) вертикальныя плоскости скольженія съ косымъ направленіемъ скольженія.

Кромѣ упомянутыхъ кристалловъ группы кальцита Брагги изслѣдовали относящійся обыкновенно къ той же группѣ *доломитъ*, который въ сущности далъ то же расположеніе атомовъ; но понятно, что половина атомовъ Са замѣщена атомами Mg, и именно замѣщеніе идетъ въ послѣдовательныхъ горизонтальныхъ слояхъ.

Но все-таки система, относящаяся къ доломиту, существенно различна отъ системы кальцита. Прежде всего это различіе проявляется въ исчезно-

въ кристаллы гексагональной сингоніи, проявляющіе вращеніе плоскости поляризаціи, непременно относятся къ псевдогексагональному типу. Съ этой точки зрѣнія эмпирическій выводъ подучаетъ значеніе строго теоретическаго.

веніи двойныхъ осей симметріи и слѣдовательно уменьшеніи величины симметріи вдвое. Это сразу видно изъ расположенія атомовъ, изображеннаго на фиг. 14. Остаются, слѣдовательно, только вертикальныя тройныя оси совмѣщенія и центры обращенія. Понятно, что и въ этомъ случаѣ тройныя оси симметріи есть одновременно шестерныя оси сложной симметріи, а правая и лѣвая тройныя винтовыя оси остаются на тѣхъ же мѣстахъ, что и раньше,



Фиг. 14.



Фиг. 15.

но видъ симметріи системы теперь уже не скаленоэдрическій, а ромбоэдрическій, что и дѣйствительно констатировано на кристаллахъ доломита. Система элементовъ симметріи изображена на фиг. 15.

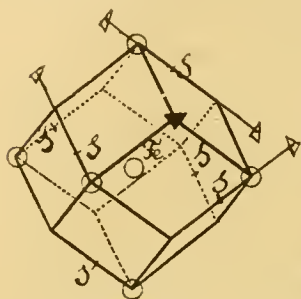
Чтобы отъ системы, изображенной на фиг. 13, перейти къ изображенію системы даннаго случая, нужно только отбросить двойныя оси совмѣщенія и плоскости скольженія, почему и нѣтъ надобности отдѣльно изображать новую систему, но во всякомъ случаѣ эта система новая, отличная отъ предыдущей; она была выведена подъ означеніемъ (13a). Такимъ образомъ мы получаемъ въ концѣ концовъ для доломита систему параллелоэдровъ, имѣющую обозначеніе 13a (13 VI), а для кальцита и остальныхъ разсмотрѣнныхъ кристалловъ 16a 1 (16 VI), гдѣ 13 VI означаетъ гексанапараллелоэдръ, обладающій только тройною осью симметріи, то есть тригонально-пирамидальнаго, а 16 VI тригонально-трапецоэдрическаго вида симметріи.

Тотъ фактъ, что къ этой изоморфной группѣ примыкаетъ и натріева селитра NO_3Na даетъ ясное объясненіе сущности эквивалентнаго изоморфизма.

При одинаковомъ соотношеніи въ двухъ случаяхъ хотя бы и весьма различныхъ атомовъ расположеніе ихъ можетъ оставаться тождественнымъ; а такъ какъ въ изоморфизмѣ выражается согласіе ряда различныхъ кристаллографическихъ свойствъ и прежде всего такихъ какъ комбинаціи и спайности, то значитъ эти свойства зависятъ не отъ индивидуальности атомовъ, а отъ ихъ расположенія¹.

¹ При сложности состава частицы, выражающейся въ большомъ числѣ атомовъ въ параллелоэдрѣ ясно можно отдѣлять атомы внутренніе (ядро) и периферическіе. Имѣется рядъ фактовъ, напередъ подсказывающихъ, что на образованіе кристаллическихъ комби-

Переходя къ группѣ *пирита*, изъ которой Брэгги изслѣдовали также *гауеритъ* и *кобальтинъ*, мы замѣтимъ болѣе сложное расположеніе атомовъ, которое однако все-таки получаетъ сравнительно простое выраженіе при помощи ромбическаго додекаэдра какъ параллелоэдра системы. Въ центрѣ находится атомъ Fe, а шесть атомовъ S расположены на ребрахъ, показанныхъ на фиг. 16 какъ тройныя оси симметріи на разстояніи $\frac{3}{5}$ соответственнаго ребра, считая отъ тригональной вершины.



Фиг. 16.

Примемъ длину ребра ромбическаго додекаэдра за 1-цу. Тогда плоскость трехъ атомовъ Fe, перпендикулярная къ тройной оси симметріи, пересѣкаетъ эту ось, то есть ребро на $\frac{1}{3}$, а отъ атома S на $\frac{3}{5} - \frac{1}{3} = \frac{4}{15}$, а отъ слѣдующаго атома S на той же оси на $1 + \frac{2}{5} - \frac{1}{3} = \frac{16}{15}$ (считая отъ тригональной вершины); итакъ, если второй атомъ S примемъ за четвертую вершину четырехгранника, три первыя вершины котораго есть упомянутыя атомы Fe, то найдемъ, что *второй атомъ S занимаетъ положеніе центра тяжести четырехгранника*.

Симметрія параллелоэдра ромбоэдрическая, а именно въ центрѣ находится центръ обращенія, а чрезъ него проходитъ одна тройная ось симметріи. Отсюда слѣдуетъ (такъ какъ видъ симметріи *пирита* діакись-додекаэдрическій¹ и слѣдовательно величина симметріи 24), что эта система параллелоэдровъ IV порядка, то есть въ системѣ параллелоэдры имѣютъ 4 различныя ориентировки.

Чтобы понять, какъ отъ даннаго параллелоэдра перейти къ смежнымъ по гранямъ, мы должны принять во вниманіе, что нѣкоторые изъ реберъ параллелоэдра являются тройными осями симметріи; это показано на фигурѣ 16 продолженіемъ этихъ реберъ и условною отмѣткою. Ни одна изъ тройныхъ осей симметріи не пересѣкается ни съ какою другою, такъ что система является типично асимметричною². Центры обращенія занимаютъ также

націй вліяють только виѣ лежащіе атомы, а ядро можетъ весьма измѣняться при сохраненіи тождественной комбинаціи. О такомъ структурномъ изоморфизмѣ авторомъ было доложено II. Минералог. Общ. въ 1915 г. (замѣтка въ 1-мъ вып., VI тома Записокъ Горнаго Института).

¹ Нѣкоторые (термоэлектрическія) свойства *пирита* побуждаютъ приписать ему тетраэдрическій видъ симметріи. Въ такомъ случаѣ центры обращенія пришлось бы отбросить.

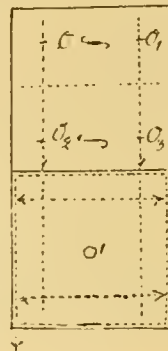
² На что и было указано въ Запискахъ Горнаго Института V, стр. 54, гдѣ показано расположеніе атомовъ по Брэггу, но векторіальными кругами и воспроизведены элементы симметріи этой системы (25)х 1.

положеніе тетрагональныхъ вершинъ. Не только тройныя оси симметріи, но и вообще всѣ оси совмѣщенія расположены такъ, какъ показано на фиг. 22 и 23 для хлората Na, но расположенія этихъ двухъ фигуръ относятся къ смежнымъ параллелоэдрамъ.

Какъ правильная система точекъ она была предусмѣтрѣна подѣ обозначеніемъ (25) ($\gamma 1$) и воспроизведена на фиг. 17. Такимъ образомъ, обозначеніемъ системы параллелоэдровъ служить выраженіе (25) ($\gamma 1$) (13 α VI).

Собственно изложеннымъ рядомъ кристалловъ кубическаго типа и заканчиваются исчерпывающія изслѣдованія Брайговъ. Не мало изслѣдовано и иныхъ, но для нихъ не получено окончательныхъ результатовъ по отношенію къ расположенію всѣхъ атомовъ.

Но есть одинъ законченный примѣръ изслѣдованія кристалла гипогексагональнаго типа, а именно *цинкита*, примѣръ высокоучительный въ кристаллографическомъ отношеніи. Про него говорится очень кратко въ дополнительныхъ примѣчаніяхъ (стр. 227): «The zinc atoms considered separately from the oxygen atoms are in hexagonal close packing: so also are the oxygen atoms, considered separately from the zinc. The two lattices are of exactly the same form, and can be brought to coincidence by relative movement along the hexagonal axes».



Фиг. 17.

Строго говоря, это краткое описаніе почти исчерпываетъ задачу, но съ перваго раза вызываетъ недоумѣніе, такъ какъ извѣстно, что цинкитъ обладаетъ дигексагонально-пирамидальной симметриєю. Между тѣмъ, изъ приведеннаго описанія, казалось бы, слѣдуетъ, что должны присутствовать плоскости симметріи, перпендикулярныя къ шестернымъ осямъ симметріи; но такъ какъ въ полнотѣ и точности описанія сомнѣваться нѣтъ основанія, то приходится по отношенію къ свойствамъ атомовъ, но крайней мѣрѣ Zn сдѣлать важныя заключенія. Я здѣсь говорю про атомы Zn, потому что такое же строеніе имѣетъ и SZn въ видѣ *суртицита* (также какъ и Cd въ видѣ *греенокита*).

Мы стоимъ передъ тѣмъ фактомъ, что на прямыхъ, параллельныхъ шестерной оси симметріи, расположены чередующіеся конгруентный рядъ атомовъ Zn и O и между тѣмъ ни черезъ атомъ Zn, ни черезъ атомъ O плоскости симметріи, перпендикулярной къ ряду, не имѣется. Я полагаю, что этотъ фактъ служитъ непререкаемымъ доказательствомъ не только асимметричности, но и полярности этихъ атомовъ, или по крайней мѣрѣ

атомовъ Zn; другими словами, геометрически принять атомъ Zn за шаръ абсолютно не допустимо. Если допустить для него фигуру вращения, то развѣ только формы конуса (въ смыслѣ геометріи древнихъ), коего ось совпадаетъ съ направлениемъ ряда, и при томъ въ одну сторону этотъ конусъ обращенъ своей вершиною, а въ противоположную — своимъ основаніемъ.

Физическое объясненіе съ современной точки зрѣнія теоріи электроновъ сводится къ тому, что когда атомъ Zn выбрасываетъ къ смежнымъ атомамъ O по электрону, то оставшаяся положительно заряженная его часть проявляетъ асимметрию въ своемъ движеніи при колебаніи по направленію оси, которое въ одномъ направленіи отъ точки равновѣсія встрѣчаетъ большее, а въ противоположномъ — меньшее сопротивленіе. Мнѣ кажется, что это единственно допустимый взглядъ для объясненій гетиморфизма цинкита (полярность по его главной оси).

Но отсюда конечно не слѣдуетъ, что полярность во всѣхъ случаяхъ имѣетъ только подобное объясненіе. Какъ разъ на слѣдующемъ примѣрѣ мы увидимъ случай полярности формы, основанной не на гетиморфизмѣ атомовъ, а на расположеніи атомовъ въ кристаллѣ.

Во всякомъ случаѣ фактъ дигексагонально-пирамидальной симметріи въ связи съ найденнымъ расположеніемъ атомовъ вполнѣ строго устанавливаетъ систему цинкита, изображенную на фиг. 19¹ и отмѣчаемую 17φ IV. Эта система типично симморфная и представлена гексагональною призмою (тетрапараллелоэдромъ), ось которой есть шестерная ось симметріи, вертикальныя ребра — тройныя оси симметріи; посредніи между ними находятся двойныя оси симметріи, а чрезъ всѣ эти оси проходятъ вертикальныя плоскости симметріи и параллельныя имъ плоскости симметричнаго скольженія съ горизонтальнымъ направлениемъ скольженія.



Фиг. 18.



Фиг. 19.

Изображеніе параллелоэдра съ расположеніемъ атомовъ, непосредственно яснымъ изъ вышеприведеннаго описанія, сдѣлано на фиг. 18.

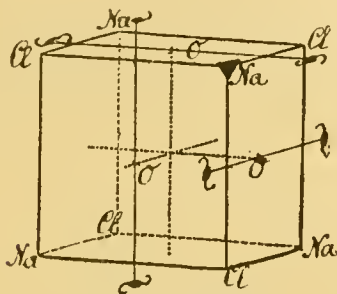
Между кристаллами, въ которыхъ Браггамъ не удалось въ полнотѣ

¹ Въ виду упомянутой краткости описанія остается неяснымъ, находится ли атомъ Zn посредніи между двумя атомами O какъ показано на фиг. или можетъ быть съ одной стороны онъ вдвое ближе, какъ замѣчено добавочною плоскостію. Оба разстоянія взяты въ согласіи съ двумя главными наблюдаемыми пирамидами.

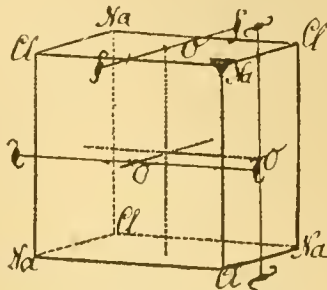
вывести расположеніе атомовъ встрѣтился такой, гдѣ это можно было сдѣлать на теоретическомъ основаніи, а именно хлоратъ натрія ClO_3Na , кристаллы котораго имѣютъ тетраэдрическую симметрію.

Про него говорится только (стр. 173): Sodium and chlorine atoms approximately as in sodium chloride. Но этого вполне достаточно и для опредѣленія положенія атомовъ О, зная число этихъ атомовъ въ частицѣ.

Расположеніе атомовъ показано на фиг. 20 и 21. Для атомовъ О остается только мѣсто въ центрѣ граней куба. Ихъ нельзя передвинуть внутрь куба, потому что тогда бы ихъ число удвоилось; ихъ нельзя и сдви-



Фиг. 20.



Фиг. 21.

нуть съ положенія на горизонтальныхъ двойныхъ осяхъ симметріи по той-же причинѣ. Другого выбора нѣтъ и слѣдовательно иное положеніе теоретически не возможно.

Внутри параллелоэдра проходитъ только одна тройная ось симметріи; двойныя же винтовые оси, отмѣченныя условными знаками, лежатъ на граняхъ и не пересѣкаются ни между собою, ни съ одной изъ тройныхъ осей. Такъ какъ тройныя оси симметріи имѣютъ четыре различныя положенія въ пространствѣ, то значить и параллелоэдры имѣютъ 4 различныя ориентировки, и значить это система параллелоэдровъ IV порядка.

Но, сравнивая фиг. 20 и 21, мы замѣтимъ, что это двѣ несовмѣстимыя системы, по существу отличающіяся другъ отъ друга, почему ихъ и нельзя изобразить на одномъ чертежѣ. Но эта несовмѣстимость вытекаетъ изъ самого расположенія атомовъ и вовсе не требуетъ особаго объясненія въ свойствахъ атомовъ. Также и полярность въ направленіи тройныхъ осей симметріи вытекаетъ сама собою изъ расположенія атомовъ.

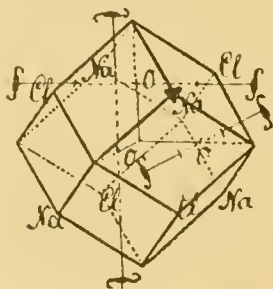
Но, если для объясненія не требуется полярности атомовъ, то все-таки и въ данномъ случаѣ необходимо принять асимметричность атома Na (или О), по крайней мѣрѣ для этого расположенія; иначе остается непонятнымъ,

почему чрезъ тройную ось симметріи не проходятъ плоскости симметріи, какъ это по геометрическому расположенію атомовъ вполне допустимо.

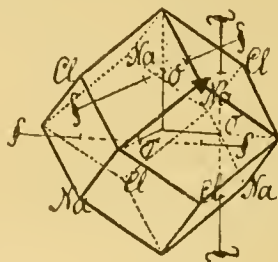
Но, даже и зная расположеніе атомовъ въ этихъ двухъ системахъ, нельзя предвидѣть, которая будетъ правою и которая лѣвою (считая по вращенію плоскости поляризаціи).^{*}

Этимъ двумъ системамъ атомовъ соотвѣтствуетъ только одна система точекъ, а различіе системъ точекъ приводится къ различію положенія атомовъ. Она была изображена какъ верхняя половина фиг. 17 (стр. 377). Кромѣ тройныхъ осей и двойныхъ винтовыхъ осей ничего больше не имѣется; ни одна ось не пересѣкается ни съ какою другою.

Параллелоэдромъ системы является ромбическій додекаэдръ (а кубъ показанъ только для облегченія пониманія положенія атомовъ O); въ окончательномъ видѣ эти параллелоэдры изображены на фиг. 22 и 23. Обозначеніе этой системы параллелоэдровъ IV порядка (25) 13 VI¹.



Фиг. 22.



Фиг. 23.

Какъ уже было упомянуто выше, оси совмѣщенія въ этомъ случаѣ расположены одинаково съ пиритомъ (фиг. 17); но то, что тамъ соединено въ одной системѣ и принадлежитъ двумъ смежнымъ параллелоэдрамъ, здѣсь раздѣляется между правою и лѣвою системами.

Въ связи съ только-что разсмотрѣннымъ случаемъ уместно поставить вопросъ о разъясненіи отношенія между активными (поляримыми) веществами и свойствами ихъ кристалловъ.

Строго установлено какъ теоретически, такъ и опытнымъ путемъ, что кристаллы активныхъ веществъ не могутъ обладать элементами симметрич-

¹ Считаю небезинтереснымъ отмѣтить слѣдующее обстоятельство. Удельный вѣсъ ClNa 2,17, хлората натрія 2,49; между тѣмъ въ частицѣ перваго два атома, а въ частицѣ втораго пять атомовъ, то есть въ газообразномъ состояніи послѣдній долженъ имѣть примерно въ $\frac{5}{2}$ разъ больший объемъ; на дѣлѣ онъ имѣетъ объемъ только въ $\frac{8}{7}$ разъ больше. Такимъ образомъ объемъ частицы ClO_3Na по сравненію съ объемомъ столь прочнаго соединенія какъ ClNa является сжатымъ болѣе чѣмъ въ два раза.

пости. Отсюда часто возникала идея обратнаго отношенія, то есть, если кристаллы лишены элементовъ симметричности (присутствуютъ только оси совмѣщенія), то они должны быть активны; и если опытъ опровергалъ это положеніе, то можно было еще думать о столь малой активности, какую трудно констатировать на опытѣ.

Связывали также активность съ присутствіемъ правыхъ или лѣвыхъ винтовыхъ осей, блестящимъ доводомъ для чего была Рейшевская комбинація слюдяныхъ пластинокъ. Но тогда очевидна невозможность активности въ случаѣ одновременнаго присутствія правыхъ и лѣвыхъ осей, что всегда имѣетъ мѣсто въ кристаллахъ кубической сингоніи. По этому воззрѣнію въ этихъ кристаллахъ никогда не должно быть проявленія активности, а это опять таки не согласно съ опытомъ.

Теперь мы видимъ, что въ этихъ кристаллахъ дѣйствительно можетъ проявляться активность, зависящая отъ кристаллической структуры, и въ такихъ тѣлахъ конечно не могутъ присутствовать элементы симметричности; но все-таки активность эта не обуславливается присутствіемъ правыхъ или лѣвыхъ винтовыхъ осей, такъ какъ въ тетартоэдрическихъ кристаллахъ четверныхъ осей совмѣщенія, все равно правыхъ или лѣвыхъ или наконецъ осей симметріи вообще не имѣется, а тройныя, какъ правыя такъ и лѣвыя, всегда и необходимо имѣются.

Такимъ образомъ для проявленія активности вовсе нѣтъ необходимости въ особыхъ винтовыхъ осяхъ, но все-таки есть необходимость въ нѣкоторой асимметричности атомовъ. Если бы атомъ Na въ ClO_3Na не проявлялъ такой асимметричности, то въ элементарномъ кубѣ напримѣръ фиг. 20 присутствовала не только тройная ось симметріи, но и три, проходящія чрезъ нее, плоскости симметріи; видъ симметріи системы былъ бы гексакистетраэдрическій, и никакой активности проявиться бы не могло.

Такую же асимметричность мы должны признать въ атомахъ N и Si въ нашатырѣ и купритѣ, потому что по одному расположенію атомовъ можно было бы принять присутствіе діагональных плоскостей симметріи. Однако, несмотря на гироэдрическую симметрію этихъ тѣлъ, въ нихъ все-таки нѣтъ активности, такъ какъ само расположеніе атомовъ въ нихъ не обуславливаетъ присутствія двухъ несовмѣстныхъ системъ, какъ это имѣетъ мѣсто въ ClO_3Na .

По замѣчательной теоріи Вантгофа органическія соединенія активны, если въ нихъ имѣется атомъ C, соединенный съ четырьмя различными радикалами. Хотя это и не связано съ допущеніемъ асимметричности какихъ-нибудь атомовъ, но выражаетъ особую асимметричность въ расположеніи

атомовъ системы и тоже совершенно не связано съ присутствіемъ особыхъ винтовыхъ осей и по видимости даже не связано съ кристаллическою структурою, то есть съ относительнымъ расположеніемъ частицъ; положеніе частицъ даже можетъ быть хаотично, такъ какъ активность проявляется и въ растворахъ.

Однако теперь, послѣ изслѣдованія Брагговъ структуры разныхъ кристалловъ, наше пониманіе частицъ совершенно измѣняется. Результаты, только-что изложенныя, ясно говорятъ намъ, что если есть частицы, то есть и кристаллы; одно отъ другого не отдѣлимо.

Въ этомъ новомъ представленіи какъ-будто замѣчается самопротиворѣчіе въ томъ, что частицы конечно имѣются и въ жидкости. Но полагаю, что это самопротиворѣчіе только кажущееся, если положить въ основу совокупность новѣйшихъ взглядовъ (Максвелля, Больцмана, Аррениуса, Планка и пр.).

Начать съ распредѣленія температуръ. Теперь мы не можемъ признать температуру одинаковою во всѣхъ точкахъ вещества. Распредѣленіе ея подчиняется законамъ Максвелля и Больцмана, выражающимъ количество точекъ разной температуры при определенной средней. Такъ какъ для большинства имѣющихся въ нашемъ распоряженіи жидкостей температуры замерзанія не очень низки (такъ-же какъ въ большинствѣ нашихъ твердыхъ тѣлъ, особенно органическихъ, температуры плавленія не очень высоки), то уже одно это обстоятельство свидѣтельствуетъ о разномъ состояніи жидкихъ и твердыхъ тѣлъ, то есть, что во множествѣ точекъ жидкихъ тѣлъ должны быть частички твердыхъ (такъ-же какъ въ твердыхъ тѣлахъ частички жидкости); если эти твердые, то есть окристаллизованныя, частички проявляютъ активность, то должны проявлять активность и жидкость. Перемена этихъ фазъ наступаетъ въ тотъ моментъ, когда твердые частички получаютъ непрерывную связь, а эта непрерывность связи можетъ еще не наступить даже въ тотъ моментъ, когда жидкость содержитъ ихъ достаточное количество, чтобы установить связь непрерывности, чему можетъ способствовать рѣзкій толчекъ или дѣйствіе какой-нибудь силы, способствующей ориентированности частичекъ¹.

¹ Я полагаю, что пересыщенные растворы должны выдѣлить кристаллическое вещество, если ихъ подвергнуть дѣйствию центробѣжной силы. Такого опыта мнѣ неизпѣтно. Поэтому я предложилъ своему ассистенту Г. М. Аншелеву поставить такой опытъ съ приблизительно насыщеннымъ растворомъ въ пробиркѣ, въ которой съ обоихъ концовъ помѣщено по взвѣшенному кристаллику. Рядъ такихъ опытовъ (особенно отчетливо съ мѣдью и куноросомъ) удаленъ воиолнѣ не только для насыщенныхъ, но даже немного недосыщенныхъ

Ту же часть жидкости, въ которой не произошла кристаллизациа, слѣдуетъ признать состоящею изъ газовыхъ частицъ или распавшеюся на іоны отдѣльныхъ атомовъ, что и выражается теоріей Арреніуса.

Если въ жидкость прибавимъ растворимой соли, имѣющей сравнительно высокую температуру плавленія, то въ точкахъ прикосновенія внесенныхъ частицъ съ частичками жидкости, то есть въ точкахъ, въ которыхъ происходитъ процессъ растворенія, твердое вещество переходитъ въ жидкій видъ, иначе сказать, расплавляется, а для этого нужна высокая температура; поэтому эти точки будутъ точками высокой температуры; соответственно этому частицы твердаго вещества, получающіеся при этомъ распаденіи должны обладать значительной энергіей, соответствующей этой температурѣ, то есть скорость ихъ движенія будетъ весьма велика по отношенію къ движенію іоновъ въ другихъ частяхъ жидкости.

Но если имѣются степени разбавленія, при которыхъ все твердое вещество распадается на іоны, то есть и предѣлъ, за которымъ часть вещества сохраняется и въ кристаллическомъ видѣ, и теперь, когда понятіе о частицѣ кристаллическаго вещества становится неопредѣленнымъ, приходится полагать, что степень дисперсности кристаллическихъ частицъ въ растворѣ можетъ быть весьма различна и въ общемъ уменьшается съ крѣпостью раствора.

Однако и при такомъ представленіи необходимо приять, что коагуляція атомовъ въ кристаллическія части имѣетъ въ жидкости весьма незначительный предѣлъ, связанный со способностью смѣси давать пересыщенный растворъ; извѣстно, что вещества, способныя давать наиболѣе пересыщенные растворы, быстро кристаллизуются отъ введенія весьма ничтожной величины кристаллическихъ частей; слѣдовательно, если бы такой величины части присутствовали въ пересыщенномъ растворѣ, онъ былъ бы весьма неустойчивъ и быстро выдѣлялъ бы избытокъ кристаллическаго вещества.

Хотя въ задачу этой статьи вовсе не входятъ такіе физико-химическіе вопросы какъ газовая фаза веществъ, однако потребность выпутаться изъ противорѣчій, возникающихъ между обычномъ представленіемъ о составѣ химическихъ частицъ и тѣмъ, къ чему привели сейчасъ опыты по строенію кристаллическихъ веществъ, побудила меня сказать нѣсколько словъ съ цѣлью

растворовъ, причемъ всегда центральный кристалликъ уменьшался (растворялся), а периферическій увеличивался (росъ) въ вѣсѣ или же на пробы окѣдали новые кристаллики.

Послѣ удачнаго завершенія этихъ опытовъ Н. Н. Веймаръ обратилъ мое вниманіе на аналогичные опыты Лобри де Брайна, Ванъ-Калкари (Rec. Trav. chim. Pays Bas 23 218, 1904) и на свои (Журн. Физ. Хим. общ. 1909 стр. 323).

пояснить, въ чемъ можно усмотрѣть выходъ изъ такихъ противорѣчій. Такимъ образомъ и съ точки зрѣнія согласованія новыхъ результатовъ мы приходимъ къ представленію, впервые, насколько мнѣ извѣстно, развитому П. И. Веймарпомъ.

Наконецъ, изслѣдованіе *кварца* привело къ выводу, что атомы Si расположены по вѣтвовой линіи соотвѣтственно правой или лѣвой тройной оси симметріи¹, а изслѣдованіе *сфры* показало, что въ единицу кристаллической структуры (пространственной рѣшетки) входитъ восемь атомовъ.

Теперь, имѣя уже довольно большой выборъ кристалловъ съ опредѣленнымъ расположеніемъ атомовъ, позволительно задаться вопросомъ о соотношеніяхъ, существующихъ между этимъ расположеніемъ и свойствами кристалловъ и прежде всего появленіемъ важнѣйшихъ формъ.

Въ простѣйшемъ случаѣ Cu (конечно также Ag и Au) мы имѣемъ какъ бы одноатомную частицу съ додекаэдрической структурою. Какъ извѣстно, плотности сѣтокъ по {100}, {110} и {111} въ этомъ случаѣ соотвѣтственно $1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{2}{\sqrt{3}}$. Нужно было бы ожидать въ качествѣ важнѣйшей формы {111}, къ которой довольно близко примыкаетъ {100}, а {110} имѣетъ уже значительно меньшую плотность.

Однако опытъ показываетъ въ этихъ кристаллахъ значительную неустойчивость кристаллизаціи; въ разныхъ случаяхъ появляются то тѣ, то другія формы или ихъ комбинаціи и конечно преобладающимъ образомъ представлены эти три формы какъ важнѣйшія; но едва ли можно сказать съ увѣренностью, что изъ этихъ трехъ рѣшительно преобладающею является {111}; это только кажется вѣроятнымъ.

Отсюда какъ бы вытекаетъ, что если факторъ плотности и есть важный факторъ кристаллизаціи, въ чемъ едва ли можно сомнѣваться, то въ сравненіи съ другими при измѣненіи плотности въ названныхъ предѣлахъ онъ не проявляетъ рѣшительнаго и подавляющаго вліянія.

На второмъ примѣрѣ хлоридовъ щелочныхъ металловъ мы имѣемъ, наоборотъ, ярко выраженное преобладаніе формы {100}, какъ такой, плоскости которой имѣютъ наиболѣе плотное расположеніе атомовъ и въ то же время нѣсколько рѣзче выраженное отношеніе плотностей главныхъ формъ, а именно нормальное (для гексаэдрической структуры) отношеніе: $1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{3}}$.

Переходя къ кристалламъ нашатыря (фиг. 4), мы увидимъ двѣ одинаковыя кубическія пространственныя рѣшетки атомовъ Cl и N и четыре рѣ-

¹ Точнѣе сказать, что въ единицу кристаллической структуры входятъ три атома.

сетки атомовъ II, расположенныхъ на обѣихъ діагоналяхъ предыдущихъ кубовъ въ неизвѣстныхъ точкахъ. По предыдущему примѣру мы можемъ видѣть, что главнѣйшія кристаллическія грани получаются при наиболѣе плотномъ распредѣленіи атомовъ, хотя бы и разнородныхъ.

Поэтому теперь получаются плотности, въ своемъ распредѣленіи весьма отличающіяся отъ плотностей въ плоскостяхъ пространственныхъ рѣшетокъ.

Плотности плоскостей {100}, заключающихъ Cl и N одинаковы и равны 1-цѣ, а заключающія II равны 2-мъ. Изъ плоскостей {110} центральная имѣетъ плотность вчетверо большую, чѣмъ нормальная (такъ какъ въ ней находятся атомъ N и два атома H), то есть $\frac{4}{\sqrt{2}}$, а промежуточная, параллельная плоскости имѣютъ равную съ ними плотность. Плоскости {111} наиболѣе густо сближены, но имѣютъ нормальную плотность, то есть $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Опытъ показываетъ, что плоскости {110} часты, но плоскости {211} самыя частыя. Теперь, основываясь на предыдущемъ мы должны во всякомъ случаѣ ожидать сравнительно большой плотности и для этихъ граней. Изъ фиг. 4 легко выведется, что наибольшая плотность получится, если атомы H помѣстятся какъ разъ на среднѣ между центромъ и вершинами куба. Поэтому *становится весьма вѣроятнымъ, что именно такъ и должны располагаться атомы H.* Такимъ образомъ, если не прямымъ, то косвеннымъ путемъ мы пришли къ расположенію этихъ атомовъ.

Теперь мы переходимъ къ замѣчательному примѣру куприта, въ которомъ расположеніе атомовъ тождественно съ нашатыремъ. Если-бы основныя кристаллографическія свойства зависѣли только отъ этого расположенія и имъ бы вполне опредѣлялись, то мы для обоихъ кристалловъ должны были бы имѣть полное тождество комбинацій важнѣйшихъ формъ. На опытѣ наблюдается нѣкоторая близость, но не полное тождество.

Прежде всего бросается въ глаза, что въ купритѣ плоскости {211} не имѣютъ того преобладающаго значенія какъ въ нашатырѣ и скорѣе отходятъ на второй планъ. Большее значеніе получаютъ грани {100} и особенно {111}, которая получаетъ едва ли не преобладающее значеніе.

Первое не только не представляетъ ничего неожиданнаго, но скорѣе есть естественное слѣдствіе изъ присутствія тѣхъ плоскостей плотности 2, которыя въ нашатырѣ заняты атомами H, а въ купритѣ атомами Cl. То же относится и къ плоскостямъ {111}.

Отсюда приходится заключить, что *хотя плотность расположенія атомовъ и есть кристаллографически важнѣйшій факторъ, но которое значеніе имѣетъ и индивидуальность атомовъ.* По этому примѣру можно

думать, что замѣна атомовъ Н атомами Си повышаетъ кристаллографическое значеніе плоскостей, въ которыхъ находятся эти атомы.

Въ пашатырѣ недостатокъ формы $\{100\}$ въ комбинаціи отчасти возмѣщается спайностью по ея плоскостямъ, а въ кунитѣ по $\{111\}$ замѣчается отдѣльность.

Не менѣе интересное сопоставленіе мы имѣемъ въ сфалеритѣ и алмазѣ, также характеризующееся тождественнымъ расположеніемъ атомовъ. Для обонхъ имѣетъ преобладающее значеніе форма $\{111\}$, какъ это и должно быть по соображенію плотности. Но такое значеніе въ алмазѣ проявляется такъ сказать въ чистомъ видѣ и подчеркивается высокимъ совершенствомъ спайности по ней. Въ сфалеритѣ же не пропорціонально выдвигается роль $\{110\}$, отчасти по комбинаціямъ, но въ особенности по весьма совершенной спайности.

Различіе же сводится не столько къ замѣнѣ однихъ атомовъ другими, сколько къ присутствію плоскостей, содержащихъ атомы разнаго рода (по 110 въ сфалеритѣ) или послѣдовательно чередующихся плоскостей съ разными атомами (по 100 и 111 въ немъ же).

Сравненіе показываетъ, что первое обстоятельство усиливаетъ значеніе формы, а второе усиливаетъ связь чередующихся плоскостей (фиг. 9 и 7).

Приходится заключить, что между разнородными атомами, по крайней мѣрѣ такими, какъ Zn и S существуетъ не только химическая связь, но она выражается и механически. Въ сфалеритѣ исчезаетъ спайность по $\{111\}$, весьма совершенная въ алмазѣ, то есть безъ присутствія добавочной связи. Съ другой стороны въ немъ является совершенная спайность по $\{110\}$, которой не было въ алмазѣ, и вмѣстѣ съ тѣмъ грани формы получаютъ большее значеніе.

Такъ какъ эти добавочныя связи зависятъ отъ сочетанія разнородныхъ атомовъ, то при измѣненіи этихъ сочетаній нужно ожидать и измѣненія кристаллографическихъ свойствъ. Въ этомъ отношеніи интересно сопоставленіе сфалерита съ флюоритомъ (фиг. 11).

Дѣло въ томъ, что по плоскостямъ $\{111\}$ въ обонхъ веществахъ расположеніе атомовъ или скорѣе ихъ плотность существенно одинакова; только въ сфалеритѣ не всѣ плоскости имѣютъ одну и ту же плотность, а болѣе плотныя попарно чередуются съ менѣе плотными, тогда какъ во флюоритѣ всѣ получаютъ одну и ту же плотность; и все таки по этой формѣ проявляется спайность, хотя и не столь совершенная, какъ въ алмазѣ.

Но все-таки примѣръ флюорита представляетъ замѣчательную аномалію, то есть противорѣчіе съ полученными изъ другихъ примѣровъ правилами.

Подавляющею по важности формою во флюоритѣ является $\{100\}$; между тѣмъ какъ наибольшую плотность имѣютъ плоскости $\{110\}$. Въ этомъ легко убѣдиться, сравнивая плоскости $\{100\}$ съ квадратнымъ расположеніемъ атомовъ F и гранн формы $\{110\}$. Если первую примемъ за 1-цу, то величина площади второй есть $\frac{1}{\sqrt{2}}$, и на эту меньшую площадь приходится то же количество атомовъ и притомъ атомовъ разнородныхъ, то-есть и F, и Ca. что должно еще усилить кристаллографическое значеніе этой грани; между тѣмъ — поразительный фактъ — проявленія этой важнѣйшей формы почти абсолютно не наблюдается¹.

Слѣдуетъ ли отсюда, что выведенныя правила не вѣрны, или же есть какая-нибудь особая причина непроявленія этой особой формы? Этотъ вопросъ оставимъ покаместъ открытымъ; но нельзя не вспомнить, что при извѣстныхъ условіяхъ важнѣйшія грани дѣйствительно могутъ не образоваться, какъ показываетъ прямой опытъ хотя бы съ солью ClNa .

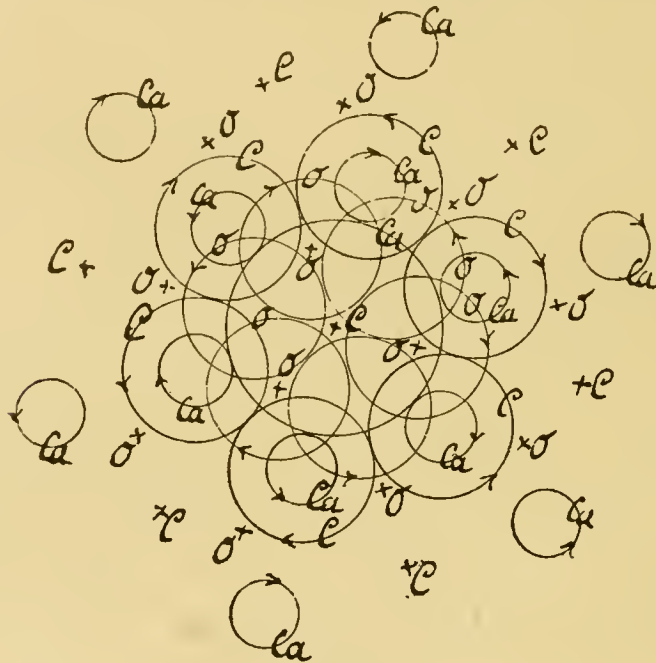
Мнѣ казалось бы по отношенію къ природнымъ минераламъ, особенно столь часто встрѣчающимся какъ флюоритъ, такое допущеніе почти невозможнымъ, потому что природа вообще не подбираетъ условія образованія минераловъ; на различіи условій ихъ образованія въ разныхъ мѣсторожденіяхъ основывается фактъ разнообразія ихъ комбинацій по мѣстностямъ. Но можетъ быть специально условія образованія флюорита таковы, что въ нихъ всегда есть нѣчто, препятствующее образованію этой важнѣйшей формы. Знаменательно частое проявленіе формы $\{210\}$, которой соответствуетъ меньшая атомная плотность; чтобы судить о ней, можемъ, напр., провести вертикальную плоскость чрезъ два передніе атома F и самый задній атомъ Ca; получаемъ шестиугольникъ, въ которомъ три вершины замѣщены атомами. и такъ какъ площадь его меньше площади шестиугольника сѣченія плоскостью $\{1\bar{1}0\}$, въ которомъ всѣ вершины замѣщены атомами, то все-таки плотность по этой плоскости тоже относительно велика.

Въ кальцитѣ (фиг. 12) и конечно также въ доломитѣ (фиг. 14) мы явво имѣемъ форму особой плотности въ видѣ острѣйшаго ромбоэдра второго рода по отношенію къ ромбоэдру параллелоэдра. Чтобы сдѣлать это очевиднымъ, прилагается фиг. 24, составленная въ системѣ векторіальныхъ круговъ непосредственно по даннымъ Брагговъ. Какъ видимъ, въ каждой вершинѣ и центрѣ ромба расположены атомы Ca; въ серединахъ реберъ

¹ Изъ громаднаго количества кристалловъ музея Горнаго Института А. Э. Купфферъ по моей просьбѣ нашелъ только одинъ единственный кристаллъ изъ Стригау въ Силезіи; представляющій $\{111\}$ съ зачатками притупляющихъ граней $\{110\}$.

атомы С, а по горизонтальной діагонали еще и атомы О. Изъ вертикальныхъ плоскостей наиболѣе плотная укладка принадлежитъ гранямъ, параллельнымъ гранямъ параллелоэдра. Затѣмъ слѣдуютъ горизонтальныя плоскости, вмѣщающія атомы С и О.

Какъ видимъ, расположеніе атомовъ въ этой системѣ вполне согласно съ наблюдаемой кристаллизацией, равно какъ и съ плоскостями спайности высокаго совершенства, идущими параллельно гранямъ упомянутого ромбоэдра.



Фиг. 24.

Въ пиритѣ (фиг. 16) расположеніе атомовъ настолько своеобразно, что по выведеннымъ правиламъ можно было бы ожидать появленія граней со сложными символами. На опытѣ явно преобладающее значеніе имѣютъ формы $\{100\}$ и $\{210\}$.

Если бы мы приняли во вниманіе только расположеніе атомовъ Fe, то порядокъ плотности соответствовалъ додекаэдрической структурѣ, то есть $\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, а это конечно совершенно расходится съ опытомъ.

Но если примемъ во вниманіе атомы S и замѣтимъ ихъ сближенность съ тетрагональными вершинами параллелоэдра то-есть съ центрами обращенія и допустимъ, что въ отношеніи кристаллографическихъ свойствъ они являются связанными и могутъ быть замѣщены одною частицею въ центрѣ

обращения, то тогда плотность граней $\{100\}$ возросла бы вдвое и получила первенствующее значение, что действительно согласуется съ опытомъ, который даетъ даже несовершенную спайность по этой формѣ.

Про полярность цинкита было сказано выше. Въ остальномъ же полученное строеніе вполнѣ согласуется съ наблюденіями, такъ какъ порядокъ плотностей слѣдуетъ $\{1000\}$, $\{0110\}$, $\{1110\}$.

При опредѣленіи плотности хлората натрія (фиг. 22 и 23) мы можемъ исходить изъ извѣстныхъ уже намъ плотностей ClNa , такъ какъ расположеніе атомовъ О усиливаетъ относительныя плотности во всѣхъ главныхъ формахъ $\{100\}$, $\{110\}$ и $\{111\}$, но въ разной степени, въ первыхъ въ 2 раза (но здѣсь они чередуются съ плоскостями неусиленной плотности), во вторыхъ только въ $\frac{3}{2}$ раза, а въ третьихъ въ *четыре* раза (хотя здѣсь также чередуются плоскости усиленной и неусиленной плотности). Полагаю, что это вполнѣ гармонируетъ съ опытомъ, также особенно подчеркивающимъ значеніе формы $\{111\}$.

Этимъ пока заканчивается въ высшей степени поучительный матеріалъ опыта.

Обобщая его, мы получаемъ, какъ выводъ, нѣсколько законовъ, изъ которыхъ одинъ носитъ характеръ строгаго закона природы, а другіе не отличаются этою строгостью, и потому скорѣе слѣдуетъ называть правилами. Это составляетъ предметъ слѣдующей статьи.

Примѣчаніе къ стр. 370. Для пониманія фиг. 6 нужно принять во вниманіе, что буквами z_2 , z_3 , z_4 , z_5 отмѣчены двойныя оси симметріи, имѣющія (соотвѣтственно) направленія $[011]$, $[\bar{1}01]$, $[0\bar{1}1]$, $[101]$.

Новыя изданія Императорской Академіи Наукъ.

(Выпущены въ свѣтъ 1—15 марта 1916 года).

18) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія. (Bulletin VI Série). 1916. № 4, 1 марта. Стр. 201—266. Съ 1 портретомъ и 3 таблицами. 1916. lex. 8°.—1615 экз.

19) Записки И. А. Н. по Историко-Филологическому Отдѣленію. (Mémoires VIII Série. Classe Historico-Philologique). Томъ XII, № 8 и послѣдній. Отчетъ о пятьдесятъ пятимъ присужденіи наградъ графа Уварова (II+69 стр.+титулъ, оглавленіе и обложка къ XII тому). 1916. lex. 8°.—600 экз. Цѣна 65 коп.; 65 сор.

20) Труды Особой Зоологической Лабораторіи и Севастопольской Біологической Станціи Императорской Академіи Наукъ. (Travaux du Laboratoire Zoologique et de la Station Biologique de Sébastopol près l'Académie Impériale des Sciences de Petrograd). Серія II, № 3. Надежда Гаевская. Измѣнчивость у *Artemia salina*. Съ 2 таблицами (I+39+II стр.). 1916. 8°.—616 экз. Цѣна 50 коп.; 50 сор.

21) Отчеты о дѣятельности Комиссіи по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи состоящей при Императорской Академіи Наукъ. 1916. № 2 (I+23—38 стр.). 1916. lex. 8°.—515 экз.

Въ продажу не поступаетъ.

22) Сборникъ отчетовъ о преміяхъ и наградахъ, присуждаемыхъ Императорскою Академіею Наукъ. VI. Отчеты за 1911 годъ (I+IV+260 стр.). 1916. 8°.—316 экз. Цѣна 2 руб. 75 коп.; 2 rubl. 75 sor.

23) Сборникъ документовъ, касающихся исторіи Невы и Нѣншанца. Приложение къ труду А. И. Гиппинга: «Нева и Нѣншанецъ», съ предварительной замѣткой А. С. Лаппо-Данплевскаго (I+XII+328 стр.). 1916. 8°.—255+15 вел. экз. Въ продажу не поступаетъ.

24) Обзорѣніе трудовъ по славяновѣдѣнію. Подъ редакціей В. Н. Бенешевича. 1913 г. Выпускъ II (до 1 января 1914 г.). 4) Литература, исторіи и древности у южныхъ славянъ. 5) Русская литература (I+303—434 стр.). 1916. 8°.—816 экз. Цѣна 1 руб.; 1 rubl.

25) Памяти Измаила Ивановича Срезневскаго. Книга 1. Съ портретомъ (VIII+420+I стр.). 1916. 8°.—500 экз.

Цѣна 2 руб. 50 коп.; 2 rubl. 50 sor.

Оглавление. — Sommaire.

	СТР.		PAG.
Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	267	*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	267
Приложеніе: Дополнительный списокъ предметовъ, переданныхъ въ Императорскую Академію Наукъ на основаніи завѣщанія въ Божѣ почившаго Великаго Князя Константина Константиновича.	271	*Appendice: Liste supplémentaire d'objets, légués à l'Académie Imperiale des Sciences par le Grand Duc Constantin Constantinovitch.	271
Доклады о научныхъ трудахъ:		Comptes-Rendus:	
С. О. Ганешинъ. Тератологическое измѣненіе <i>Gentiana triflora</i> Pall.	297	*S. O. Ganësin. Une modification tératologique de <i>Gentiana triflora</i> Pall.	297
А. Державинъ. <i>Cumacea</i> (<i>Sympoda</i>) сибирскаго Сѣвернаго Ледовитаго океана, собранныя Русскою Полярной Экспедиціей 1900—1903 гг.	297	*A. Deržavin. <i>Cumacées</i> (<i>Sympoda</i>) de l'Océan Arctique de Sibérie, recueillies par l'Expédition Polaire Russe 1900—1903.	297
Статьи:		Mémoires:	
Г. А. Тиховъ. Продольный спектрографъ. (Предварительное сообщеніе).	299	*G. A. Tikhoff (Tichov). Spectrographe longitudinal. (Note préliminaire).	299
В. В. Заленскій. О сегментации яйца <i>Salpa fusiformis</i>	305	*V. V. Zalenskij. Sur la segmentation des oeufs de <i>Salpa fusiformis</i>	305
П. Православлевъ. Къ вопросу о плечевомъ поясѣ у <i>Elasmosaurus</i> Cope. (Съ 1 таблицей).	327	*P. Pravoslavlev. Sur la question du cingulum extremitatis thoracicae d' <i>Elasmosaurus</i> Cope. (Avec une planche).	327
А. Борисьянъ. О зубномъ аппаратѣ индикотерія	343	*A. Borisjak. Sur l'appareil dentaire du genre Indricotarium	343
Б. Я. Владиміровъ. О частицахъ отрицанія при повелительномъ наклоненіи въ монгольскомъ языкѣ	349	*B. J. Vladimircov. Sur les particules prohibitives mongoles.	349
Е. С. Федоровъ. Результаты первой стадіи экспериментальнаго изслѣдованія структуры кристалловъ	359	*E. S. Fedorov. Premiers résultats de l'étude expérimentale de la structure des cristaux.	359
Новыя изданія	390	*Publications nouvelles.	390

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
 Мартъ 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

1916.

4505

NOV 29 1922

№ 6.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

1 АПРѢЛЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

1 AVRIL.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI серия) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое июня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подѣ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Ответственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуры принимаетъ на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти отисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать отписки сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ отисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ отисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учреждениямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у комиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

Къ вопросу объ опредѣленіи эпицентровъ землетрясеній по наблюденіямъ одной сейсмической станціи.

Князя Б. Б. Голицына.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 2 марта 1916 г.).

Въ 1909 году, на собраніи Постоянной Комиссіи Международной Сейсмологической Ассоціаціи въ Церматѣ въ Швейцаріи, я прочиталъ впервые докладъ объ опредѣленіи азимута на эпицентръ землетрясенія по наблюденіямъ съ двумя горизонтальными маятниками, установленными въ двухъ взаимно перпендикулярныхъ азимутахъ.

Въ статьяхъ «Къ вопросу объ опредѣленіи азимута эпицентра землетрясенія» (ИАН. 1909 г., стр. 999) и «Sur la détermination de l'épicentre d'un tremblement de terre d'après les données d'une seule station sismique» (C. R. T. CL, 1910) я развилъ теорію этого способа и далъ соотвѣтствующія формулы для случая аперіодическихъ горизонтальныхъ маятниковъ съ гальванометрической регистраціей (см. также «Лекціи по сейсмометріи», гл. X, § 1).

Идея этого метода опредѣленія азимута на эпицентръ землетрясенія заключается въ слѣдующемъ.

Въ моментъ нарушенія равновѣсія въ подземныхъ горныхъ породахъ, изъ очага землетрясенія распространяются во всѣ стороны продольныя и поперечныя упругія сейсмическія волны. Первая категорія волнъ, какъ имѣющая большую поступательную скорость движенія, раньше всего достигаетъ мѣста наблюденія, распространяясь по брахистохроннымъ путямъ, и вызываетъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ установлены сейсмографы, опредѣленный горизонтальный сдвигъ элемента поверхности почвы. Пусть проэкція этого максимальнаго истиннаго сдвига почвы отъ перваго импульса продольной волны, по отношенію къ неподвижной системѣ координатъ, въ направленіи меридіана будетъ x_A , а въ направленіи перваго вертикала x_B , причемъ на-

направленіямъ на N и E мы будемъ приписывать знакъ $+$, а направленіямъ на S и W знакъ $-$.

Учитывая знаки при этихъ сдвигахъ, мы найдемъ величину угла α по формулѣ

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_E}{x_N} \dots \dots \dots (1)$$

Въ случаѣ волны сжатія α будетъ отличаться отъ азимута на эпицентрѣ на 180° , а въ случаѣ волны разрѣженія α дастъ намъ прямо искомый азимутъ на эпицентрѣ.

Для избѣжанія всякой двойственности рѣшенія служитъ вертикальный сейсмографъ. Если послѣдній показываетъ, что первое движеніе почвы было направлено вверхъ, то пришедшая первая продольная волна соответствовала волнѣ сжатія, если-же внизъ, то волнѣ разрѣженія.

Однако, аперіодическіе горизонтальные маятники съ гальванометрической регистраціей, установленные для регистраціи движеній, совершающихся въ направленіи меридіана и въ направленіи параллели, не даютъ намъ вовсе величинъ истиннаго смѣщенія почвы x_N и x_E . Съ соответствующихъ сейсмограммъ мы можемъ только снять величины максимальныхъ амплитуд y_N и y_E сдвига свѣтовой точки отъ ея положенія равновѣсія, которыя соответствуютъ проэкціямъ сдвига почвы x_N и x_E .

Трудность задачи заключается именно въ томъ, чтобы отъ измѣренныхъ амплитудъ на сейсмограммахъ перейти къ величинамъ истинныхъ сдвиговъ x_N и x_E .

Зависимость между этими величинами довольно сложная, такъ какъ она обуславливается не только вліяніемъ собственнаго движенія прибора, но и періодомъ падающей продольной волны. Для этой цѣли мною и были даны соответственныя формулы (1. с.).

Эта задача, однако, можетъ быть въ высшей степени упрощена, если оба маятника, установленные на границѣ аперіодичности, имѣютъ тотъ же самый нормальный періодъ колебаній (при отсутствіи затуханія) и, притомъ равный нормальному періоду колебаній соответствующихъ гальванометровъ.

Тогда можно, какъ это было мною раньше доказано, обозначая черезъ C_E и C_N характерную постоянную для каждаго изъ этихъ сейсмографовъ, значеніе которой легко заранѣе опредѣлить, замѣнить формулу (1) слѣдующимъ чрезвычайно простымъ выраженіемъ:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{C_E}{C_N} \cdot \frac{y_E}{y_N} \dots \dots \dots (2)$$

Постоянная C имѣетъ слѣдующее простое значеніе:

$$C = \frac{\pi l}{k A_1}, \dots\dots\dots (3)$$

гдѣ l есть приведенная длина горизонтальнаго маятника, k значеніе переводнаго множителя при гальванометрической регистраціи, опредѣляющій чувствительность записи сейсмографа, а A_1 длина оптическаго рычага при фотографической регистраціи движенія катушки гальванометра. Эти постоянныя легко можно опредѣлить изъ предварительныхъ наблюденій (см. мон «Лекціи по сейсмометріи». Гл. VII. Опредѣленіе постоянныхъ сейсмографа).

Такимъ образомъ, постоянныя C_E и C_N могутъ считаться величинами извѣстными, и весь вопросъ сводится, такимъ образомъ, только къ измѣренію соотвѣтствующихъ максимальныхъ амплитудъ y_E и y_N прямо на полученныхъ сейсмограммахъ.

При вышепоставленныхъ условіяхъ (равенство всѣхъ періодовъ и граница аперіодичности для всѣхъ приборовъ) формула (2) является совершенно общей и не связанной вовсе съ какимъ-либо спеціальнымъ предположеніемъ о характерѣ движенія почвы при вступленіи первой продольной волны около фазы P .

Не требуется вовсе, чтобы это движеніе соотвѣтствовало гармоническимъ колебаніямъ, анализомъ которыхъ въ настоящее время обыкновенно и ограничиваются въ сейсмометріи; наоборотъ, это движеніе можетъ быть *совершенно произвольное*, что даетъ возможность для опредѣленія азимута на эпицентрѣ α использовать разные повторные толчки или максимумы, и изъ полученныхъ такимъ образомъ значеній α взять среднее.

Для болѣе надежнаго опредѣленія α надо, однако, чтобы соотвѣтствующіе сейсмографы обладали достаточной чувствительностью, такъ какъ для дальнихъ землетрясеній горизонтальные импульсы при первой фазѣ P бываютъ иногда довольно слабыя, а вмѣстѣ съ тѣмъ всякая неточность въ измѣреніи максимальныхъ амплитудъ y_E и y_N на сейсмограммахъ можетъ значительно отразиться на величинѣ опредѣляемаго азимута α . Въ этомъ отношеніи чрезвычайно подходящими для данной цѣли инструментами являются аперіодическіе горизонтальные маятники съ гальванометрической регистраціей Пулковскаго образца, чувствительность которыхъ, какъ извѣстно, чрезвычайно велика.

Снявъ съ сейсмограммы моменты перваго вступленія продольныхъ и поперечныхъ волнъ P и S , мы можемъ легко, по разности моментовъ $S - P$ и по таблицѣ Zeissig'a (изданіе Императорской Академіи Наукъ), опредѣлить

эпицентральное разстояніе Δ , а затѣмъ, зная Δ и азимуть α , легко вычислить и географическія координаты самого эпицентра φ и λ .

Такимъ образомъ, существуетъ полная возможность, при наличіи подходящихъ сейсмографовъ, опредѣлять положеніе эпицентровъ землетрясеній по наблюденіямъ *одной только станціи*.

Этотъ способъ опредѣленія положенія эпицентровъ уже практикуется нѣсколько лѣтъ и притомъ съ полнымъ успѣхомъ на центральной сейсмической станціи въ Пулковѣ. Этотъ же пріемъ введенъ также и на сейсмической станціи въ Eskdalemuir въ Шотландіи, гдѣ имѣется полный комплектъ приборовъ Пулковскаго образца.

Въ статьѣ «Опредѣленіе положенія эпицентра землетрясенія по даннымъ одной сейсмической станціи» (ИАН. 1911 г., стр. 941) я показалъ на большомъ рядѣ примѣровъ, заимствованныхъ непосредственно изъ практики, что этотъ способъ разыскиванія эпицентровъ даетъ, когда первая фаза землетрясенія достаточно отчетливо выражена, въ общемъ весьма надежные результаты.

Конечно, здѣсь не можетъ быть рѣчи о вполне точномъ опредѣленіи положенія эпицентра землетрясенія. Для этого существуетъ нѣсколько причинъ:

Во-первыхъ, эпицентръ землетрясенія не представляетъ собою вовсе какую-либо опредѣленную точку, такъ какъ эпицентръ обыкновенно охватываетъ бѣльшую или меньшую область, имѣющую иногда продолговатую форму, обусловленную наличіемъ какой-либо геотектонической линіи, вдоль которой и произошелъ внезапный сдвигъ горныхъ породъ. Подъ эпицентромъ подразумѣвается, такимъ образомъ, какъ бы середина эпицентральной области.

Во-вторыхъ, современные годографы, служащіе для опредѣленія эпицентральныхъ разстояній Δ по разности моментовъ $S—P$, не вполне точны и требуютъ несомнѣнно дальнѣйшихъ поправокъ и усовершенствованій.

Въ третьихъ, тѣ физическія требованія, предъявляемыя къ данному комплексу приборовъ, а именно точная графика аперіодичности и равенство всѣхъ нормальныхъ періодовъ, не бываютъ никогда во всей строгости удовлетворены, что должно, конечно, нѣсколько отражаться на результатахъ вычисленія азимута α .

Въ четвертыхъ, малость амплитудъ, а подчасъ и нѣкоторая неясность фазы P , особенно при наличіи значительныхъ микросейсмическихъ колебаній I-го рода, крайне затрудняютъ точное опредѣленіе азимута α , а всякая неточность въ величинѣ этого угла можетъ, при значительныхъ эпицентральныхъ

ныхъ разстояній Δ , очень сильно отразиться на величинахъ вычисляемыхъ координатъ φ и λ . Въ этомъ отношеніи, для надежнаго опредѣленія α , въ особенно благоприятныхъ условіяхъ находятся сейсмическія станціи въ Иркутскѣ и Тифлисѣ, которыя отличаются чрезвычайной малостью микросейсмическихъ колебаній I-го рода.

Такимъ образомъ, въ силу вышеприведенныхъ соображеній здѣсь можетъ идти только рѣчь о *приближенномъ* опредѣленіи географическихъ координатъ эпицентра, тѣмъ болѣе, что для дальнихъ землетрясеній ошибка въ 1—2 градуса или даже нѣсколько больше въ величинахъ φ и λ не имѣетъ никакого существеннаго значенія. Мы увидимъ дальше, что точность этого метода, когда первая фаза на сейсмограммахъ достаточно отчетливо выражена, во всякомъ случаѣ совершенно достаточна и полученные этимъ способомъ результаты въ общемъ весьма удовлетворительны.

Удобство этого метода заключается въ томъ, что онъ даетъ возможность найти положеніе эпицентра землетрясенія тотчасъ-же, по наблюденіямъ одной только станціи, и не требуетъ вовсе, какъ въ другихъ примѣняемыхъ въ настоящее время методахъ, — 1) по нѣсколькимъ отдѣльнымъ Δ (сейсмическая триангуляція) и 2) по методу Zeissig'a (по одному Δ и отдѣльнымъ абсолютнымъ моментамъ P), предварительнаго телеграфнаго сношенія между отдѣльными сейсмическими станціями.

Кромѣ достаточной чувствительности приборовъ и правильной ихъ ориентировки, необходимо еще выполнить условіе, чтобы каждая отдѣльная составляющая движенія почвы записывалась бы совершенно отдѣльнымъ приборомъ, чтобы полученные записи были совершенно независимы другъ отъ друга. Въ этомъ отношеніи приборы, механически разлагающіе движеніе на двѣ составляющія, являются для данной цѣли значительно менѣе пригодными, такъ какъ, вслѣдствіе всякихъ неизбежныхъ конструктивныхъ недочетовъ, нельзя никогда поручиться за то, что записи обѣихъ составляющихъ будутъ совершенно независимы другъ отъ друга.

Хотя многолѣтняя практика Пулковской сейсмической станціи и опубликованные въ еженедѣльныхъ ея бюллетеняхъ результаты въ достаточной мѣрѣ показали, насколько описанный здѣсь методъ опредѣленія эпицентровъ землетрясеній простъ, удобенъ и надеженъ, тѣмъ не менѣе нѣкоторые итальянскіе и нѣмецкіе сейсмологи относятся и по сейчасъ къ этому способу нѣсколько скептически, полагая, что этотъ приемъ можетъ найти себѣ примѣненіе только въ исключительныхъ случаяхъ и сравнительно рѣдко, когда первая фаза P особенно рѣзко выражена.

Мнѣ кажется, что неудача ихъ въ этомъ отношеніи объясняется исклю-

чительно только тѣмъ, что они не пользовались для данной цѣли подходящими приборами: или чувствительность ихъ была недостаточна, или каждая составляющая не регистрировалась отдѣльнымъ приборомъ.

Утвержденіе, что опредѣленіе эпицентра землетрясенія по наблюденіямъ одной только станціи возможно только въ совершенно исключительныхъ случаяхъ опровергается самымъ нагляднымъ образомъ слѣдующей табличкой, гдѣ для разныхъ годовъ отъ 1912 года по 1915 годъ включительно дано общее число (всякихъ, сильныхъ и слабыхъ) землетрясеній, зарегистрированныхъ на сейсмической станціи въ Пулковѣ, затѣмъ число случаевъ, когда удалось опредѣлить азимутъ α , а, слѣдовательно, зная Δ , найти и географическія координаты эпицентра по наблюденіямъ одной станціи, и, наконецъ, процентное отношеніе этого числа къ общему числу землетрясеній.

П у л к о в о.

Годъ.	Общее число землетрясеній.	Число случаевъ, когда опредѣлено α .	% отношеніе.
1912	671	137	20%
1913	576	103	18
1914	475	72	15
1915	454	88	19

Эта таблица показываетъ, что, въ среднемъ, для 18% всѣхъ зарегистрированныхъ землетрясеній, включая въ число послѣднихъ и самыя слабыя, гдѣ отдѣльныя фазы были совершенно неотчетливы, удалось опредѣлить азимуты α , а, слѣдовательно, и координаты эпицентра.

Мы видимъ, такимъ образомъ, что при наличіи подходящихъ приборовъ, опредѣленіе координатъ эпицентровъ по наблюденіямъ одной только станціи является дѣломъ далеко не исключительнымъ, а подчасъ даже совершенно зауряднымъ. Поражаетъ, конечно, и общее число зарегистрированныхъ въ Пулковѣ, вдали отъ всякихъ сейсмическихъ очаговъ, землетрясеній, показывающее наглядно высокую чувствительность установленныхъ тамъ сейсмографовъ.

Кстати можно замѣтить, что часто число случаевъ, когда въ Пулковѣ удавалось опредѣлять прямо положеніе эпицентровъ, превышаетъ даже общее число землетрясеній, зарегистрированныхъ нѣкоторыми заграничными станціями.

Изъ всего вышесказаннаго ясно видно, насколько описанный здѣсь

методъ разыскиванія эпицентровъ землетрясеній является прочно обоснованнымъ.

Однако, важно было убѣдиться, что не только на Пулковской центральной сейсмической станціи, обладающей, какъ извѣстно, особо приспособленнымъ и прекрасно обставленнымъ подземнымъ навильономъ, но и на другихъ сейсмическихъ станціяхъ I-го разряда русской сейсмической сѣти, гдѣ также установлены аперіодическіе сейсмографы съ гальванометрической регистраціей Пулковскаго образца, опредѣленіе координатъ эпицентра по наблюденіямъ одной только станціи не встрѣчаетъ никакихъ затрудненій.

Постепенная реорганизація сейсмической службы въ Россіи началась нѣсколько лѣтъ тому назадъ и теперь она, за малыми исключеніями, вполне уже закончена. На первоклассныхъ станціяхъ установлены приборы Пулковскаго образца, персоналъ станцій достаточно обученъ и освоился съ практикой сейсмическихъ наблюденій, причемъ, когда первая фаза достаточно отчетлива и микросейсмическія колебанія I-го рода или какіи-нибудь другія обстоятельства тому не препятствуютъ, каждая станція совершенно самостоятельно опредѣляетъ координаты эпицентровъ землетрясеній. Данные эти публикуются въ еженедѣльныхъ бюллетеняхъ соответствующихъ станцій.

Для оцѣнки пригодности и точности этого новаго метода опредѣленія положенія эпицентровъ землетрясеній важно было сдѣлать сравнительное сопоставленіе результатовъ, даваемыхъ отдѣльными станціями для опредѣленныхъ землетрясеній.

Для этой цѣли я, при содѣйствіи моей ассистентки П. К. Бобрь, сдѣлалъ выборку наиболее характерныхъ землетрясеній, съ отчетливо выраженной фазой *P*, зарегистрированныхъ различными станціями въ 1914 и 1915 г. г., и сопоставилъ въ нижеприведенной таблицѣ значенія географическихъ координатъ эпицентровъ, даваемыхъ отдѣльными станціями.

Первый столбецъ содержитъ годъ, мѣсяцъ и число, когда наблюдалось землетрясеніе, второй приближенное положеніе эпицентральной области, третій сокращенное названіе соответствующей сейсмической станціи: Пулково (П.), Екатеринбургъ (Е.), Иркутскъ (И.), Ташкентъ (Тш.), Тифлисъ (Тф.), Макѣвка (М.). Наконецъ, въ четвертомъ и пятомъ столбцахъ, даны широта (φ) и долгота (λ) эпицентра землетрясенія.

Годъ, мѣсяцъ и число.	Эпицентральная область.	Станцій.	φ	λ
5 III 1914.	Арменія.	{ П.	37° N	40° E
		{ Е.	39	42
		{ Тш.	38	41
		{ ТФ.	37	41
12/III 1914.	Фергана.	{ П.	42° N	72° E
		{ Е.	38	73
		{ Тш.	40	74
14/III 1914.	Японія.	{ П.	39° N	140° E
		{ Е.	40	141
		{ П.	39	138
		{ Тш.	40	141
18 III 1914.	Камчатка.	{ М.	40	140
		{ П.	53° N	156° E
		{ Тш.	53	160
8 IV 1914.	Тянь-Шань.	{ ТФ.	53	158
		{ П.	43° N	75° E
		{ Е.	39	73
18—19 V 1914.	Меланезія.	{ Тш.	39	72
		{ П.	1° S	154° E
		{ Е.	1	150
26 V 1914.	Около Новой Гвиней.	{ П.	5	153
		{ П.	0° S	139° E
		{ Е.	1	141
		{ И.	1	143
29 V 1914.	Суматра.	{ Тш.	3	140
		{ П.	1° N	96° E
		{ Е.	2	100
25 VI 1914.	Суматра.	{ Тш.	1	99
		{ П.	2° S	100° E
		{ Е.	2	101
		{ П.	0	104
4 VII 1914.	Море къ SE отъ Японіи.	{ Тш.	3	101
		{ П.	20° N	138° E
		{ Е.	20	137
6 VII 1914.	Острова Ріу-Кіу.	{ Тш.	20	137
		{ П.	26° N	123° E
		{ Е.	26	122
		{ П.	28	124
4 VIII 1914.	Тянь-Шань.	{ Тш.	23	120
		{ П.	45° N	93° E
		{ Е.	45	93
		{ П.	43	91
		{ Тш.	45	93
		{ ТФ.	43	92

Годъ, мѣсяцъ и число.	Эпицентральная область.	Станции.	φ	λ
11/VIII 1914.	Арменія.	{ П. Е. Тш.	39° N 40 38	43° E 41 42
14/VIII 1914.	Море къ Е отъ Японіи.	{ П. Е. П. М.	32° N 32 33 34	149° E 147 146 149
9/X 1914.	Гималаи.	{ П. Е. П. Тш. ТФ. М.	36° N 33 34 31 31 33	77° E 77 71 75 75 74
11/X 1914.	Бенгальскій заливъ.	{ П. Е. ТФ.	15° N 13 13	95° E 95 93
17/X 1914.	Греція.	{ П. Е. Тш. ТФ. М.	39° N 38 38 38 39	23° E 23 23 22 22
22/XII 1914.	Сѣверная Японія.	{ П. Е. П. Тш. М.	45° N 47 44 42 43	143° E 144 140 141 139
5/I 1915.	Къ Н'у отъ Формозы.	{ П. Е. И.	28° N 28 28	122° E 122 122
13/I 1915.	Средняя Италія, около Авеццано.	{ П. Е. П. ТФ.	42° N 43 42 42	14° E 14 13 13
10/III 1915.	Целебесъ.	{ П. Е. П. Тш.	0° S 1 S 1 N 3 S	120° E 120 120 121
17/III 1915.	Около южной оконечности Сахалина.	{ П. Е. П. Тш. М.	45° N 46 46 43 44	144° E 144 142 140 142

Годъ, мѣсяцъ и число.	Эпицентральная область.	Станціи.	φ	λ
18/III 1915.	Абиссинія.	{ П.	16° N	37° E
		{ Е.	16	40
		{ Тш.	17	39
		{ М.	16	38
30/IV—1/V 1915.	Около береговъ Охотскаго моря. . .	{ П.	56° N	142° E
		{ Е.	54	139
		{ Тш.	57	140
1/V 1915.	Курильскіе острова.	{ П.	47° N	153° E
		{ Е.	48	153
		{ Тф.	43	153
4/VI 1915.	Японія.	{ П.	41° N	144° E
		{ Е.	42	144
		{ Тф.	40	147
22/VI 1915.	Филиппинскіе острова.	{ П.	11° N	120° E
		{ Е.	11	123
		{ Тш.	9	122
3/VIII 1915.	Новая Гвинія.	{ П.	1° S	131° E
		{ Е.	2	134
7/VIII 1915.	Ионическое море.	{ П.	40° N	19° E
		{ Е.	39	21
		{ Тф.	39	20
10/VIII 1915. около 1 ^h .	Ионическое море	{ П.	39° N	19° E
		{ Е.	41	20
		{ Тф.	39	19
11/VIII 1915.	Ионическое море.	{ П.	40° N	18 E°
		{ Е.	38	20
		{ Тф.	39	19
12/X 1915.	Японія.	{ П.	39° N	145° E
		{ Е.	38	143
		{ П.	41	144
		{ Тш.	43	146
		{ Тф.	40	146

Разсматривая подробно данныя, приведенныя въ предыдущей таблицѣ, мы видимъ, что согласіе между величинами φ и λ , опредѣленными различными станціями и притомъ совершенно независимо другъ друга, въ общемъ весьма удовлетворительно.

Несмотря на то, что соответствующія сейсмическія станціи широко раскинуты по территоріи Россійской имперіи и эпицентры изученныхъ зем-

летрясеній лежать въ самыхъ разнообразныхъ областяхъ земного шара, какъ то: Ионическое море, Италія, Арменія, Фергана, Абиссинія, Гималаи, Зондскіе острова, Японія, Курпльскіе острова, Тихій океанъ и даже Новая Гвинея въ разстояніи, примѣрно, 12000 километровъ отъ Пулкова, отдѣльныя величины географическихъ координатъ этихъ эпицентровъ въ общемъ, за весьма малыми исключеніями, очень хорошо согласуются между собою. Въ иныхъ же случаяхъ согласіе между отдѣльными величинами φ и λ необычайно даже хорошее, напр.: 4/VII 1914 эп. въ морѣ къ SE отъ Японіи, 11/VIII 1914 эп. въ Арменіи, 11/X 1914 эп. Бенгальскій заливъ, 17/X 1914 эп. Греція, 5/I 1915 эп. около Формозы, 13/I 1915 эп. Средняя Италія, 7/VIII, 10/VIII и 11/VIII 1915 эп. Ионическое море и т. п.

Даже для Новой Гвинеи (землетрясеніе 3/VIII 1915 г.) въ такомъ громадномъ разстояніи отъ мѣстъ наблюденій, разниця въ долготѣ, опредѣленной по Пулкову и Екатеринбургѣ, составляетъ всего только 3° , а по широтѣ даже еще меньше, а именно 1° .

Такое согласіе между отдѣльными величинами φ и λ можно разсматривать какъ прямое доказательство полной надежности вышеописаннаго метода опредѣленія положенія эпицентровъ землетрясеній. Разъ, что первая фаза землетрясенія достаточно отчетливо выражена, всякая сейсмическая станція, снабженная подходящими приборами, въ состояніи совершенно самостоятельно и независимо отъ другихъ станцій опредѣлять положеніе эпицентра землетрясенія. Всякія сомнѣнія въ примѣнимости этого метода должны послѣ вышеприведеннаго сопоставленія отпасть.

Несомнѣнно, что этотъ новый методъ въ практикѣ сейсмическихъ наблюденій вполнѣ оправдался и онъ можетъ служить весьма цѣннымъ приемомъ для розысканія эпицентровъ землетрясеній по наблюденіямъ одной станціи.

Въ заключеніе можно упомянуть еще о слѣдующемъ любопытномъ фактѣ.

1/I 1916 г. было отмѣчено на Пулковской сейсмической станціи очень сильное землетрясеніе въ разстояніи 11610 километровъ. Опредѣливъ соотвѣтствующій азимутъ, координаты соотвѣтствующаго эпицентра получились: $\varphi = 0^{\circ}$ и $\lambda = 151^{\circ}$ E въ Меланезіи въ разстояніи 3760 километровъ отъ Sydney'я въ Австраліи. Полученныя впослѣдствіи данныя изъ Sydney'я опредѣляютъ разстояніе этого эпицентра отъ Sydney'я въ 3540 километровъ. Разниця всего только 220 километровъ, что составляетъ сравнительно очень малую ошибку ($< 2\%$) по отношенію къ всему громадному разстоянію отъ Пулкова до острововъ Меланезіи.

Несомнѣнно вышеописанный методъ опредѣленія положенія эпицентровъ землетрясеній допускаетъ еще дальнѣйшія усовершенствованія, но это вопросъ будущаго; но и въ своемъ настоящемъ видѣ и при наличіи особливо чувствительныхъ сейсмографовъ Пулковскаго образца онъ вполне удовлетворяетъ своему назначенію и можетъ явиться цѣннымъ пособіемъ въ практикѣ сейсмическихъ наблюденій.

Théorème de fermeture pour les polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef.

Par W. Stekloff (V. Steklov).

(Présenté à l'Académie le 2/15 mars 1916).

1. Il y a presque quinze ans que j'ai attiré, pour la première fois, l'attention sur une propriété remarquable des polynomes de Tchébychef, qui consiste en ce que *toute suite de ces polynomes est fermée* (Voir, par exemple, mon Mémoire «Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les polynomes de Tchébychef etc.», Journ. f. d. reine u. angew. Mathem., Bd. 125, 1902, p. 214).

Je me suis borné alors à l'étude détaillée du cas le plus simple où les limites de l'intervalle (a, b) , auquel appartiennent les polynomes de Tchébychef, sont finies, mais j'ai remarqué, déjà dans mon premier travail sur ce sujet, que la même propriété s'étend aussi aux polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef correspondant à la fonction caractéristique

$$(\alpha) \quad p(x) = Ce^{-\alpha(x+\beta)^2}, \quad \alpha > 0, a = -\infty, b = +\infty,$$

où les limites de l'intervalle (a, b) deviennent infinies.

Dans mes travaux ultérieurs je faisais plusieurs fois usage de cette propriété des polynomes dont il s'agit, ayant le but d'expliquer sa portée pour la solution de plusieurs questions d'Analyse, mais, jusqu'à présent, je n'avais pas l'occasion d'en publier une démonstration.

Cette démonstration est cependant nécessaire, par ce qu'il est impossible d'étendre, sans recherches complémentaires, les résultats, établis pour le cas d'un intervalle à limites finies, à celui où ces limites deviennent infinies.

Je vais compléter la lacune indiquée dans cette Note, en y exposant une démonstration, fondée sur les mêmes considérations élémentaires que je viens d'employer aux quatre premiers n^{os} de ma Note «Quelques remarques

complémentaires relatives à la théorie de fermeture», publiée dans le fascicule précédent de ce Bulletin (le 1 Mars, 1916).

2. Désignons par $\varphi(x)$ une fonction admettant la dérivée $\varphi'(x)$ pour toutes les valeurs réelles de x et satisfaisant à la condition

$$(1) \quad |\varphi(x)| < M,$$

M désignant un nombre fixe.

Désignons par A un nombre positif arbitraire et posons

$$(2) \quad A \cos y = x,$$

où x est une variable comprise entre $-A$ et $+A$, y étant compris entre 0 et π .

Considérons la fonction

$$(\gamma) \quad \Phi(y) = \varphi(A \cos y) = \varphi(x).$$

On a

$$\frac{d\Phi(y)}{dy} = - \frac{d\varphi(x)}{dx} A \sin x,$$

d'où

$$(3) \quad \left| \frac{d\Phi(y)}{dy} \right| < A M_1,$$

M_1 désignant le maximum de

$$\left| \frac{d\varphi(x)}{dx} \right|$$

dans l'intervalle $(-A, +A)$.

Envisageons la suite de fonctions

$$(4) \quad \varphi_0(y) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}, \quad \varphi_k(y) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \cos ky \quad (k=1, 2, 3, \dots)$$

et posons

$$(5) \quad \Phi(y) = \sum_{k=0}^n a_k \cos ky + \varphi_n(y),$$

où

$$(6) \quad a_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \Phi(y) dy, \quad a_k = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \Phi(y) \cos ky dy.$$

L'équation (5) conduit tout de suite à l'inégalité

$$\left| \frac{1}{2h} \int_{y-h}^{y+h} \Phi(z) dz - \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin kh}{kh} \cos ky \right| < \frac{\sqrt{S'_n(\Phi(y))}}{2\sqrt{h}},$$

où

$$S_n(\Phi(y)) = \int_0^\pi \Phi^2(y) dy - \sum_{k=0}^n a_k^2.$$

En se rappelant que la suite (4) est fermée¹, c'est à dire

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n(\Phi(y)) = 0,$$

on peut écrire

$$(7) \quad \frac{1}{2h} \int_{y-h}^{y+h} \Phi(y) dy = \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin kh}{kh} \cos ky + R_n(y),$$

où

$$R_n(y) = \sum_{k=n+1}^{\infty} a_k \frac{\sin kh}{kh} \cos ky.$$

Remarquant que

$$a_k = -\frac{2}{\pi k} \int_0^\pi \frac{d\Phi(y)}{dy} \sin ky dy = \frac{b_k}{k},$$

on trouve

$$\begin{aligned} R_n^2(y) &< \frac{1}{h^2} \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k^2 \cdot \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{\sin^2 kh \cdot \cos^2 ky}{k^4} < \\ &< \frac{1}{h} \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{1}{k^3} \cdot \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k^2 < \frac{1}{hn^3} \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k^2. \end{aligned}$$

¹ Voir ma Note «Quelques remarques complémentaires relatives à la théorie de fermeture». Bulletin de l'Acad. des Sciences, № 4, le 1 mars 1916.

² On peut écrire aussi

$$R_n^2(y) < \frac{1}{h^2 n^3} \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k^2$$

mais l'inégalité ci-dessus est suffisante pour notre but.

Or,

$$\sum_{k=n+1}^{\infty} b_k^2 < \int_0^{\pi} \left(\frac{d\Phi(y)}{dy} \right)^2 dy.$$

Par conséquent, en vertu de (3),

$$R_n^2(y) < \frac{\pi A^2 M_1^2}{h n^2}.$$

On a donc, en ayant égard à (7),

$$\left| \frac{1}{2h} \int_{y-h}^{y+h} \Phi(z) dz - \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin kh}{kh} \cos ky \right| < M_1 \sqrt{\pi} \frac{A}{n\sqrt{h}}.$$

D'autre part, il est aisé de s'assurer que

$$\left| \frac{1}{2h} \int_{y-h}^{y+h} \Phi(z) dz - \Phi(y) \right| < \frac{M_1}{2} Ah.$$

On en conclut que

$$\left| \Phi(y) - \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin kh}{kh} \cos ky \right| < A M_1 \left(\frac{h}{2} + \frac{\sqrt{\pi}}{n\sqrt{h}} \right).$$

Si nous introduisons maintenant la variable x , liée avec y par l'équation (2), nous obtiendrons

$$(8) \quad |\varphi(x) - P_n(x)| < A M_1 \left(\frac{h}{2} + \frac{\sqrt{\pi}}{n\sqrt{h}} \right),$$

¹ On peut arriver au même résultat moyennant l'inégalité

$$S_n(\Phi(y)) < \frac{\int_0^{\pi} \left(\frac{d\Phi(y)}{dy} \right)^2 dy}{n^2}$$

qui découle du théorème général du n° 17 de mon Mémoire «Problème de refroidissement d'une barre hétérogène» (Annales de Toulouse, 1901), mais cette voie est très compliquée. La démonstration ci-dessus est, au contraire, fort simple et tout à fait indépendante de la théorie générale des fonctions de Sturm-Liouville.

où

$$(9) \quad P_n(x) = \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin kh}{kh} \cos \arccos \frac{x}{A}$$

est un polynome en x de degré n .

L'inégalité (8) a lieu pour toute fonction $\varphi(x)$ continue et admettant la dérivée du premier ordre dans l'intervalle $(-A, +A)$, quelle que soit la constante positive h .

3. Désignons maintenant par $f(x)$ une fonction continue pour toutes les valeurs réelles de x et telle que

$$(10) \quad |f(x)| < M,$$

M désignant un nombre fixe.

Prenons pour $\varphi(x)$ une fonction définie par la formule

$$(11) \quad \varphi(x) = \frac{1}{\delta} \int_x^{x+\delta} f(z) dz,$$

δ étant un nombre positif arbitraire.

D'après l'hypothèse faite au sujet de la fonction $f(x)$, on peut écrire

$$(12) \quad |f(x + \delta) - f(x)| < \varepsilon(\delta),$$

où $\varepsilon(\delta)$ est une fonction positive de δ s'annulant pour $\delta = 0$.

La fonction $\varphi(x)$, définie par la formule (11), reste continue et admet la dérivée

$$\varphi'(x) = \frac{f(x + \delta) - f(x)}{\delta}$$

qui, en vertu de (12), satisfait à la condition

$$(13) \quad |\varphi'(x)| < \frac{\varepsilon(\delta)}{\delta} = M_1.$$

On a, en outre,

$$(14) \quad |\varphi(x) - f(x)| < \varepsilon(\delta).$$

Appliquant l'inégalité (8) à la fonction $\varphi(x)$, définie par l'équation (11), on trouve, en tenant compte de (13) et (14),

$$(15) \quad |f(x) - P_n(x)| < \varepsilon(\delta) \left(1 + \frac{A}{\delta} \left(\frac{h}{2} + \frac{\sqrt{\pi}}{n\sqrt{h}} \right) \right)^1.$$

Cette inégalité a lieu pour toutes les valeurs de x comprises entre $-A$ et $+A$ et pour toute fonction continue $f(x)$, quels que soient les nombres positifs A , δ , h et l'entier n .

4. Cela posé, considérons la suite de polynômes de Laplace-Hermite-Tchébychef correspondant à la fonction caractéristique $p(x)$, définie par l'équation (2).

Il est aisé de comprendre qu'on peut poser, sans restreindre la généralité,

$$C = 1, \quad \alpha = 1, \quad \beta = 0.$$

Considérons, de la sorte, la suite de polynômes

$$\varphi_0(x), \quad \varphi_1(x), \quad \varphi_2(x), \quad \dots, \quad \varphi_k(x), \dots$$

définis par les conditions

$$(16) \quad \begin{aligned} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \varphi_k(x) P_{k-1}(x) dx &= 0, \\ \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \varphi_k^2(x) dx &= 1, \end{aligned} \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

$P_{k-1}(x)$ désignant un polynome arbitraire de degré $\leq k-1$.

Désignons par

$$\varphi(x) \quad \text{et} \quad \psi(x)$$

¹ L'inégalité (15) peut être remplacée par une autre d'une forme un peu plus simple, à savoir:

$$(\delta) \quad |f(x) - \Pi_n(x)| < \varepsilon(\delta) \left(1 + L \frac{A}{n\delta} \right),$$

L désignant une constante numérique, $\Pi_n(x)$ un autre polynome, différent du polynome $P_n(x)$.

L'inégalité (2) se déduit d'un théorème de M. D. Jackson, établi dans sa Thèse de doctorat en 1911 (Voir aussi son Article «On approximation by trigonometric sums and polynomials», Transactions of the american mathemat. society, Vol. XIII. n° 4, 1912).

Mais il est inutile de recourir à ce théorème, parce que la démonstration seule de l'existence du polynome $\Pi_n(x)$, satisfaisant à l'inégalité (2), est déjà plus compliquée que celle de l'inégalité (15).

Remarquons, en outre, que le polynome $P_n(x)$ de notre inégalité a une forme très simple, complètement déterminée par l'équation (9), tandis que la construction effective du polynome $\Pi_n(x)$ est très difficile.

deux fonctions quelconques et posons

$$\varphi(x) = \sum_{k=0}^n A_k \varphi_k(x) + \varphi_n(x),$$

$$\psi(x) = \sum_{k=0}^n B_k \varphi_k(x) + R_n(x),$$

où

$$A_k = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \varphi(x) \varphi_k(x) dx, \\ B_k = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} \psi(x) \varphi_k(x) dx. \quad (k=0, 1, 2, \dots)$$

Répétant textuellement les raisonnements du n° 6 de mon Mémoire « Sur la théorie de fermeture etc. » (Mémoires de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg, Cl. Ph. M., VIII s., T. XXX, n° 4, 1911), on trouve

$$(17) \quad \sqrt{S_n(\varphi(x))} \leq \sqrt{S_n(\psi(x))} + \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} (\varphi(x) - \psi(x))^2 dx},$$

où l'on a posé, en général,

$$S_n(F(x)) = \sum_{k=n+1}^{\infty} C_k^2, \quad C_k = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} F(x) \varphi_k(x) dx.$$

L'inégalité (17) a lieu pour toutes les fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$, pourvu que les symboles, qui y figurent, aient un sens déterminé.

Appliquons cette inégalité aux fonctions

$$\varphi(x) = f(x), \quad \psi(x) = P_n(x),$$

où $f(x)$ et $P_n(x)$ sont précisément les fonctions qui entrent dans l'inégalité (15).

Dans ce cas, on trouve

$$(18) \quad \sqrt{S_n(f(x))} \leq \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} (f(x) - P_n(x))^2 dx},$$

puisque, en vertu de (16),

$$S_n (P_n(x)) = 0.$$

5. Écrivons l'intégrale du second membre de l'inégalité (18) sous la forme

$$\begin{aligned} K^2 &= \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} (f(x) - P_n(x))^2 dx = \\ (19) \quad &= \int_{-A}^{+A} e^{-x^2} F_n^2(x) dx + \int_A^{\infty} e^{-x^2} F_n^2(x) dx + \int_{-\infty}^{-A} e^{-x^2} F_n^2(x) dx, \end{aligned}$$

où

$$F_n(x) = f(x) - P_n(x)$$

et A désigne une constante positive arbitraire.

On peut écrire, en ayant égard à (15),

$$(20) \quad \int_{-A}^{+A} e^{-x^2} F_n^2(x) dx < \sqrt{\pi} \varepsilon^2(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{\sqrt{\pi} A}{n\delta\sqrt{h}} \right)^2.$$

D'autre part, il est évident que, en vertu de (10),

$$\begin{aligned} \int_A^{\infty} e^{-x^2} F_n^2(x) dx &< 2 \int_A^{\infty} e^{-x^2} (f^2(x) + P_n^2(x)) dx < \\ &< \frac{M^2}{A} e^{-A^2} + 2 \int_A^{\infty} e^{-x^2} P_n^2(x) dx, \\ \int_{-\infty}^{-A} e^{-x^2} F_n^2(x) dx &< 2 \int_A^{\infty} e^{-x^2} (f^2(-x) + P_n^2(-x)) dx < \\ &< \frac{M^2}{A} e^{-A^2} + 2 \int_A^{\infty} e^{-x^2} P_n^2(-x) dx. \end{aligned}$$

Ces inégalités, celle de (20) et la formule (19) conduisent à l'inégalité suivante

$$(21) \quad K^2 < \frac{2M^2}{A} e^{-A^2} + \sqrt{\pi} \varepsilon^2(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{\sqrt{\pi}A}{n\delta\sqrt{h}} \right)^2 + K_1^2,$$

où l'on a posé

$$(22) \quad K_1^2 = 2 \int_A^\infty e^{-x^2} (P_n^2(x) + P_n^2(-x)) dx.$$

6. Cherchons une limite supérieure du polynôme $P_n(x)$ pour les valeurs de x en dehors des limites $-A$ et $+A$.

L'équation (9) peut s'écrire

$$(23) \quad P_n(x) = \frac{1}{2} \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin kh}{kh} \frac{(x + \sqrt{x^2 - A^2})^k + (x - \sqrt{x^2 - A^2})^k}{A^k}.$$

On a

$$\left| (x + \sqrt{x^2 - A^2})^k + (x - \sqrt{x^2 - A^2})^k \right| < 2 \cdot 2^k x^k$$

pour toute valeur positive de x plus grande ou égale à A .

D'autre part, en vertu de (6),

$$\frac{1}{2} \left| a_k \frac{\sin kh}{kh} \right| < M,$$

puisque, d'après (7), (10) et (11), la fonction $\Phi(y)$ satisfait à la condition (1)

$$|\varphi(x)| = |\Phi(y)| < M.$$

¹ On pourrait employer, pour ce but, le théorème bien connu de Tchébychef, énoncé, en 1875, dans sa Note « Sur la limite du degré de la fonction entière qui satisfait à certaines conditions » (Oeuvres, T. II, St.-Petersbourg, 1907, p. 701), mais dans le cas considéré il est plus simple de déduire le résultat cherché immédiatement de l'équation (9) (n° 2), qui définit le polynôme $P_n(x)$.

C'est une autre chose, si l'on veut prendre pour point de départ l'inégalité (8) (Voir la remarque au n° 3) au lieu de celle de (15). Dans ce cas l'emploi du théorème de Tchébychef serait indispensable, car le calcul immédiat de la limite supérieure du polynôme $\Pi_n(x)$, pour ces valeurs de x en dehors de l'intervalle $(-A, +A)$, offre des difficultés très grandes.

Par conséquent, en vertu de (23),

$$|P_n(x)| < 2M \sum_{k=0}^n \lambda^k, \quad \lambda = \frac{2x}{A}.$$

Or

$$\sum_{k=0}^n \lambda^k = \frac{\lambda^{n+1}-1}{\lambda-1} < \frac{\lambda}{\lambda-1} \lambda^n < 2\lambda^n,$$

car

$$\lambda = \frac{2x}{A} \geq 2 \quad \text{pour } x \geq A.$$

On a donc

$$(\delta) \quad |P_n(x)| < 4M \left(\frac{2x}{A} \right)^n \quad \text{pour } x \geq A.$$

On s'assurera de la même manière que

$$(\delta') \quad |P_n(-x)| < 4M \left(\frac{2x}{A} \right)^n \quad \text{pour } x \geq A.$$

Ces inégalités conduisent, à l'aide de (22), à l'inégalité suivante

$$(24) \quad K_1^2 < 64 \frac{M^2 2^{2n}}{A^{2n}} \int_A^\infty e^{-x^2} x^{2n} dx.$$

7. Considérons l'intégrale

$$J = \int_A^\infty e^{-x^2} x^{2n} dx = \frac{e^{-A^2}}{2A} \int_0^\infty e^{-t} (t + A^2)^n dt.$$

On trouve

$$\begin{aligned} J &= \frac{e^{-A^2}}{2A} \sum_{s=0}^n \frac{n(n-1) \dots (n-s+1)}{s!} A^{2s} \int_0^\infty e^{-t} t^{n-s} dt = \\ &= \frac{e^{-A^2} \Gamma(n+1)}{2A} \sum_{s=0}^n \frac{A^{2s}}{s!} < \frac{\Gamma(n+1)}{2A}. \end{aligned}$$

Par conséquent, en vertu de (24),

$$K_1^2 < 32 M^2 \frac{4^n \Gamma(n+1)}{A^{2n+1}} < 32 M^2 e^{\frac{1}{12n}} \sqrt{2\pi} \frac{4^n n \sqrt{n}}{e^n A^{2n+1}} < \\ < L \frac{4^n n \sqrt{n}}{e^n A^{2n+1}},$$

où l'on peut poser

$$L = 32e M^2 \sqrt{2\pi}.$$

Moyennant cette inégalité ainsi que celle de (21) on arrive à l'inégalité suivante

$$(25) \quad K^2 < \frac{2M^2}{A} e^{-A^2} + \sqrt{\pi} \varepsilon^2 (\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{n\delta\sqrt{h}} \right)^2 + L \frac{4^n n \sqrt{n}}{e^n A^{2n+1}},$$

ayant lieu pour toutes les valeurs positives des constantes A , h , δ et de l'entier n .

8. Disposons maintenant les constantes A , h et δ de la manière suivante.

Faisons, par exemple,

$$\delta = Ah, \quad nh^{3/2} = 1, \quad A = 2 \left(\frac{n}{\log n} \right)^{\frac{2}{3}},$$

c'est à dire

$$A = 2 \left(\frac{n}{\log n} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad h = \frac{1}{n^{\frac{2}{3}}}, \quad \delta = \frac{2}{(\log n)^{\frac{2}{3}}}.$$

Les constantes A , h et δ , ainsi choisies, jouissent les propriétés suivantes: A croît indéfiniment, tandis que h et δ tendent vers zéro, lorsque n tend vers l'infini.

Substitutions ces expressions de A , h et δ dans (25).

On trouve

$$\omega(n) = \frac{4^n n \sqrt{n}}{e^n A^{2n+1}} = \frac{1}{2} \frac{(\log n)^{\frac{2}{3}(2n+1)}}{\frac{2n+1}{6}} = \frac{1}{2e^n} \left(\frac{\log^2 n}{\sqrt{n}} \right)^{\frac{2n+1}{3}}$$

Il est évident que $\omega(n)$ tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment.

Il existe donc un entier $n = n_0$, assez grand, tel que

$$L \omega(n) < \frac{\varepsilon^2}{3^2} \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

ε désignant un nombre positif donné à l'avance.

Il est évident ensuite qu'on peut prendre pour n_0 un entier tel qu'on ait, en même temps,

$$\sqrt{\pi} \varepsilon^3 (\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{n\delta\sqrt{h}} \right)^2 < 20\varepsilon^2(\delta) < \frac{\varepsilon^2}{3^2} \quad \text{pour } n \geq n_0$$

et

$$\frac{2M^2}{A} e^{-A^2} < \frac{\varepsilon^2}{3^2} \quad \text{pour } n \geq n_0.$$

Le nombre n_0 étant choisi de la manière indiquée, on trouve, en tenant compte de (25),

$$K^2 < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0$$

et, par suite, en vertu de (18) et (19),

$$S_n(f(x)) < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0.$$

En d'autres termes, l'équation de fermeture

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} f^2(x) dx = \sum_{k=0}^{\infty} A_k^2,$$

où

$$A_k = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} f(x) \varphi_k(x) dx,$$

a toujours lieu pour les polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef, quelle que soit la fonction $f(x)$, continue pour toutes les valeurs réelles de x , si son module ne surpasse pas un nombre fixe M .

9. Il est aisé de comprendre que cette dernière restriction n'a rien d'essentiel et que l'équation de fermeture subsiste pour toute fonction continue $f(x)$, pourvu que l'intégrale

$$(26) \quad \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} f^2(x) dx$$

ait un sens déterminé.

Désignons, comme précédemment, par A un nombre positif arbitraire, par M le maximum de

$$|f(x)|$$

dans l'intervalle $(-A, +A)$.

Prenons une autre fonction continue $\varphi(x)$ satisfaisant aux conditions

$$\varphi(x) = f(x) \quad \text{pour } -A \leq x \leq A,$$

$$|\varphi(x)| < M \quad \text{pour } A < x < +A$$

et faisons dans l'inégalité (17)

$$\varphi(x) = f(x), \quad \psi(x) = \varphi(x).$$

On trouve

$$\sqrt{S_n(f(x))} \leq \sqrt{S_n(\varphi(x))} + \sqrt{\int_{-\infty}^{-A} e^{-x^2} F^2(x) dx + \int_A^{+\infty} e^{-x^2} F^2(x) dx}.$$

On peut toujours choisir le nombre A si grand qu'on ait

$$\int_{-\infty}^{-A} e^{-x^2} F^2(x) dx < \frac{\varepsilon^2}{8}, \quad \int_A^{+\infty} e^{-x^2} F^2(x) dx < \frac{\varepsilon^2}{8}.$$

Le nombre A étant ainsi fixé, on peut ensuite choisir le nombre n de façon qu'on ait

$$S_n(\varphi(x)) < \frac{\varepsilon^2}{4},$$

car la fonction $\varphi(x)$ satisfait à toutes les conditions du théorème du n^0 précédent.

De cette manière on arrive à l'inégalité

$$S_n(f(x)) < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

ayant lieu pour toute fonction satisfaisant aux conditions indiquées au début de ce n^0 .

10. L'inégalité (27) étant établie pour toute fonction continue, il est aisé d'étendre le résultat obtenu à toute fonction $f(x)$, assujettie à la seule condition d'être intégrable entre les limites $-\infty$ et $+\infty$.

Soit maintenant $f(x)$ une telle fonction.

Reprenons la fonction auxiliaire

$$\varphi(x) = \frac{1}{h} \int_x^{x+h} f(x) dx.$$

Appliquant l'inégalité (17) aux fonctions

$$\varphi(x) = f(x), \quad \psi(x) = \varphi(x),$$

on peut écrire

$$(28) \quad \sqrt{S_n(f(x))} \leq \sqrt{S_n(\varphi(x))} + \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} F^2(x) dx},$$

où, comme précédemment,

$$F(x) = f(x) - \varphi(x).$$

Il est évident qu'on peut toujours choisir un nombre positif A de façon qu'on ait

$$\int_{-\infty}^{-A} e^{-x^2} F^2(x) dx + \int_A^{\infty} e^{-x^2} F^2(x) dx < \frac{\varepsilon^2}{8}.$$

Le nombre A étant fixé de la manière indiquée, l'inégalité (28) devient

$$(29) \quad \sqrt{S_n(f(x))} \leq \sqrt{S_n(\varphi(x))} + \sqrt{\int_{-A}^{+A} e^{-x^2} F^2(x) dx} + \frac{\varepsilon^2}{8}.$$

Cela posé, il ne nous reste qu'à répéter textuellement les raisonnements du n° 7 de mon Mémoire « Sur la théorie de fermeture des systèmes de fonctions orthogonales etc. », cité plus haut, pour s'assurer qu'on peut choisir le nombre h , indépendant de A , de manière qu'on ait

$$\int_{-A}^{+A} e^{-x^2} F^2(x) dx < \frac{\varepsilon^2}{8}.$$

Remarquant, enfin, que la fonction $\varphi(x)$ reste continue, on peut écrire, d'après le théorème du n° précédent (l'inégalité (27)),

$$S_n(\varphi(x)) \leq \frac{\varepsilon^2}{4} \quad \text{pour } n \geq n_0.$$

Moyennant ces inégalités on tire de (29)

$$(30) \quad S_n(f(x)) < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

l'inégalité ayant lieu pour toute fonction $f(x)$, intégrable entre les limites $-\infty$ et $+\infty$, et, comme cela découle de la nature même du problème, telle que l'intégrale (26) ait un sens déterminé.

L'inégalité (30) montre que la suite de polynômes de Laplace-Hermite-Tchébychef est une suite fermée. C. Q. F. D.

О Маржелановскомъ „пахучемъ“ доломитѣ.

Н. Падлуна.

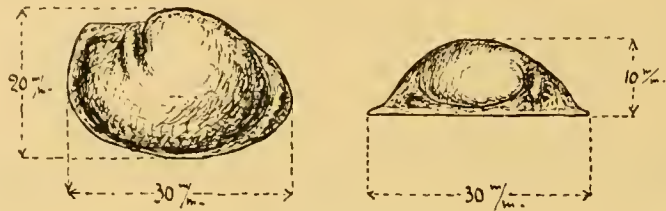
(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 27 января 1916 г.).

Лѣтомъ 1914 года, во время производства геологическихъ работъ въ дачахъ Уфалейскихъ заводовъ на Уралѣ, мною были между прочими посѣщены ломки Маржелановскаго доломита. Два довольно большихъ искусственныхъ обнаженія саженьхъ въ 20 одно отъ другого находятся на лѣвомъ берегу рѣки Мерзелы близъ впаденія ея въ р. Уфу, и отстоятъ отъ Нижне-Уфалейскаго завода въ 6 верстахъ къ западу. Добыча доломита производится для нуждъ мѣстныхъ металлургическихъ заводовъ. Карьеръ представляетъ собою сравнительно большое углубленіе, открытое для въѣзда къ западу и обрывистое по сѣверному, восточному и южному боргамъ. Здѣсь вскрыты темно-сѣрые, порой почти черные слои «пахучаго» доломита, измятые въ слабыя мелкія складки. Въ совокупности эти складки производятъ впечатлѣніе волнистаго залеганія съ довольно выдержаннымъ общимъ простираніемъ и паденіемъ пластовъ. Измѣренія дали азимутъ паденія NO отъ 0° до — 15° и уголъ паденія отъ 20° до 30°. Слоеватость рѣзко выражена и порода представляетъ пачку болѣе плотныхъ пропластковъ мощностью отъ полувершка до 4 вершковъ каждый, разъединенныхъ сравнительно слабыми прослойками въ 0,5—2 см. толщиною.

Доломитъ некрексталлизовался нацѣло и слѣды переполнявшей его фауны слабо сохраняются въ видѣ неясныхъ бѣловатыхъ контуровъ. Несмотря на осторожную пренарировку, порода обычно колется по произвольнымъ направленіямъ и не позволяетъ точно уловить форму этихъ бѣловатыхъ

поверхностей бывших окаменелостей. Все же намѣчаются два типа организмовъ участвовавшихъ въ образованіи данного пласта.

Во-первыхъ видны многочисленныя раковины, изъ которыхъ нѣкоторыя относятся къ ракообразнымъ, причемъ размѣры индивидовъ послѣднихъ порой доходятъ до 1—1 $\frac{1}{4}$ дюйма. Такимъ, напримѣръ, оказался одинъ экземпляръ *Leperditia*, расчищенный съ большимъ трудомъ настолько, что подается сличенію съ описанными въ литературѣ образцами.



Leperditia Cf. *Lindstroemi*.

Размѣры раковины: 30 × 20 × 10 миллиметровъ. Складка на лѣвой сторонѣ створки и выражена весьма отчетливо. На прилагаемомъ рисункѣ (въ натуральную величину) видны общая форма и размѣры створки.

Изъ приводимаго въ монографіи О. Шмидта¹ ряда *Leperditia*, работами О. Н. Чернышева², А. Штукенберга³, Барботъ-де-Марин⁴, Меллера и др., для западнаго склона Урала констатированы собственно двѣ болѣе или менѣе крупныя формы: *Leperditia Barbotana* и *Lep. Moelleri*. Кромѣ того А. Штукенбергъ упоминаетъ о находкѣ *Lep. sp.*, опредѣленіе которой онъ не производилъ и матеріалъ передалъ академику О. Шмидту.

Сравнивая настоящій экземпляръ съ соответственными фотографіями О. Шмидта, можно сказать, что онъ значительно отличается отъ упомяну-

¹ Schmidt F. *Miscellanea silurica*. III. Nachtrag zur Monographie der Russischen Silurischen Leperditien. ZAP.. VII Серія. Т. XXXI. № 5, стр. 22 — *Leperditia Barbotana*, стр. 23 — *Leperditia Moelleri*.

² О. Н. Чернышевъ. Общая геологическая карта Россіи. Листъ 139. Труды Геологическаго Комитета. Т. III. № 4.

³ А. Штукенбергъ, Общая геологическая карта Россіи. Листъ 138. Труды Геологическаго Комитета. Т. IV. № 2, стр. 65 — *Lep. Barbotana*, стр. 66 — *Lep. Moelleri*, стр. 67 — *Lep. sp.* (найдена Б.-де-Марин) — устье р. Кубы. Обнаженіе это по О. Чернышеву — D_1^2 , а по Штукенбергу D_2^1 .

⁴ Барботъ-де-Марин. Геогностическія наблюденія въ округѣ Сергинскихъ горъ. зав. на Уралѣ. «Горн. Журн.» 1862 г. Ч. I, стр. 53—80, на стр. 66 упоминается о *Cytherinae* (*Leperditia*) до 1 дюйма размѣрами.

тыхъ двухъ *Leperditia* и скорѣе приближается къ виду *Leperditia Lindstroemi*.

Близкія къ ней формы Урала *Lep. Barbotana* и *Lep. Moelleri*, О. Шмидтъ относилъ къ силуру, но О. Чернышевъ доказалъ принадлежность ихъ къ нижнему девону (D_1^2). А. Штукенбергъ упоминаетъ еще о *Lep. ser.* относимый къ среднему девону (D_2^1).

Второй типъ остатковъ — довольно густая щетка трубчатыхъ подвидовъ, представляющихъ собою повидному мшанокъ (*Amphipora Cf. ramosa*).

На основаніи вышеприведенныхъ данныхъ можно съ увѣренностью сказать, что возрастъ породы не моложе среднего девона (D_2^1).

На приготовленномъ тонкомъ препаратѣ (толщина шлифа около 0,025 мм.), если его разсматривать безъ увеличенія или въ лупу съ увеличеніемъ въ 5—6 разъ, ясно видны контуры мелкихъ окаменѣлостей размѣрами около 1—1½ мм. въ поперечномъ сѣченіи. Вдоль разрѣзанные остатки имѣютъ до 6 мм. Вещество ихъ выдѣляется своимъ свѣтлымъ цвѣтомъ среди темно-сѣраго промежуточнаго пространства.

Подъ микроскопомъ шлифъ представляетъ полно-кристаллическую породу, состоящую почти исключительно изъ карбоната (весьма высокое дву-преломленіе, одноосность, сильный рельефъ). Причемъ, въ мѣстахъ отвѣчающихъ упомянутымъ свѣтлымъ пятнамъ бывшихъ организмовъ, карбонатъ обладаетъ лучшей прозрачностью и большими размѣрами зеренъ, до 1 мм., тогда какъ въ промежуточномъ пространствѣ — около 0,2 мм. и менѣе. Изрѣдка наиболѣе крупныя зерна несутъ на себѣ двойниковую полосчатость. Вообще же какъ на нихъ, такъ и на мелкихъ кристаллахъ двойники отсутствуютъ. Спайность по ромбоэдру и выражена рѣзко; сильная псевдоабсорбція.

Въ то время какъ мѣста бывшихъ окаменѣлостей т. е. крупныя зерна карбоната имѣютъ въ простомъ свѣтѣ только небольшую буроватую окраску, тѣло мелкихъ кристалловъ и промежутки между ними затянуты густой желеной пылеобразнаго красящаго вещества, доводящей поройъ зерна до темно-бурыхъ пятенъ. Однородность погасанія кристалловъ въ скрещенныхъ николяхъ не нарушается однако и въ этомъ случаѣ ¹.

По вышнему виду доломитъ представляетъ темносѣрую средне-зернистую кристаллическую массу. Изрѣдка попадаются полости бывшихъ ра-

¹ При нагреваніи препарата во время склеиванія канадскимъ бальзамомъ возможно нѣкоторое выдѣленіе породой газообразныхъ веществъ.

ковинъ, выполненные прозрачнымъ доломитомъ въ крупныхъ ромбоэдрахъ. Интересно, что упоминаемая А. Штукенбергомъ, а также встрѣченныя въ текущемъ 1915 году нашими работами въ Сергискомъ округѣ, обнаженія съ болѣе или менѣе крупными *Leperditia* всѣ пахотились въ темно-сѣрыхъ и черныхъ «известнякахъ» (доломитахъ? Н. Ш.), напоминающихъ Маржеляновскій доломитъ «В.-Уф. III. 96».

Мощность свѣты трудно указать съ точностью, такъ какъ кругомъ наблюдается сглаженный легко-увалистый рельефъ и коренныя породы скрыты подъ напосами. Въ карьерахъ обнажена толща около 2 сажень.

Изъ геологическихъ факторовъ необходимо отмѣтить сильное отклоненіе простиранія пластовъ по сравненію съ южного сѣвернѣе (2—3 версты) отсюда лежащими известняками Маржеляновскихъ бурожелѣзняковыхъ рудниковъ гдѣ азимутъ паденія NO — 66°—80°; \angle 19°. Такое измѣненіе элементовъ залеганія вызываетъ мысль о возможности прохожденія гдѣ-нибудь по близости большого дислокаціоннаго направленія. Тѣмъ болѣе что къ NW отсюда въ Нязя-Петровской дачѣ изслѣдованія О. Н. Чернышева въ 1884 году и В. В. Никитина въ 1909 году констатировали геологическіе признаки большого сброса O — W-аго направленія.

Кромѣ того недалеко (верстахъ въ 2-хъ) къ востоку отъ доломитовыхъ разработокъ выступаетъ уже массивъ изверженной породы (гранитъ).

Въ свѣжемъ изломѣ доломитъ издаетъ ясный запахъ сѣроводорода (H_2S)¹. Химическое изслѣдованіе одного болѣе или менѣе средняго образца (В.-Уф. III 96) дало слѣдующіе результаты.

SiO ₂	0,14%	
SO ₃	0,17 »	
CO ₂	47,29 »	
CaO	31,02 »	
MgO	21,08 »	99,70%
<hr/>		
H ₂ S	0,29 »	

Анализъ исполненъ при Химической Лабораторіи Горнаго Института горнымъ инженеромъ П. Я. Салдау. При раствореніи анализируемаго порошка на поверхности раствора всплываетъ слой чернаго смолистаго ве-

¹ Очень хорошо улавливается запахъ H_2S при шлифованіи. Для этого достаточно хорошо потереть небольшимъ кусочкомъ породы по орошенному водой обыкновенному точильному бруску.

щества. Качественная проба на сероводород (H_2S) производилась разложением породы соляной кислотой (HCl), причем кроме характерного запаха, H_2S пробовался свинцовой бумажкой в парах раствора. Бумажка чернела от образующегося PbS .

Количественное содержание H_2S пропорционально исчислено по разности между количеством всей серы (S) и серы, связанной в виде ангидрида (SO_3). Общее содержание серы определялось по способу Fresenius'a¹. Навѣска 0,5 грамма. Серный ангидрид осаждался в виде $BaSO_4$ изъ солянокислого раствора послѣ удаленія сероводорода кипяченіемъ. Навѣска 2,00 грамма.

Хотя въ приведенномъ анализѣ доломита эта сера указана в виде H_2S , все же трудно съ определенностью сказать въ какомъ именно видѣ находится сероводородъ въ самой породѣ. Возможно, что присутствуетъ здѣсь CaS , MgS или FeS . Но нельзя отрицать и нѣкоторой доли его въ абсорбированномъ состояніи. Если предположить серу какъ CaS , то получимъ такое соотношеніе частей:

	Нормальный доломитъ.	Испытуемое вещество.	Эквивалентныя количества.	
SiO_2	—	0,14%	0,002	0,004
SO_3	—	0,17 »	0,002	0,004
CO_2	47,83%	47,29 »	1,087	2,000
CaO	30,43 »	30,54 »	0,546	1,004
MgO	21,74 »	21,08 »	0,527	0,970
CaS	—	0,61 »	0,008	0,015
—	100,00%	99,83%	—	—
S	—	0,34 »	—	—

Что касается минерального состава всей породы, то прежде всего несомнѣнно, что кальцій, магній и угольный ангидридъ главными своими количествами объединены въ доломитъ. Параллельно съ анализомъ испытуемаго вещества выше приведенъ процентный составъ теоретическаго доломита по формулѣ $CaMg(CO_3)_2$. Сопоставленіе этихъ двухъ столбцовъ свидѣтельствуетъ, что наша порода отвѣчаетъ нормальному доломиту, причемъ составъ ея выразится:

¹ Tredwell, стр. 253.

Ca. Mg. [CO ₃] ₂	98,6%
Примѣси	1,4%
<hr/>	
	100,00%

Составъ и количество минераловъ-примѣсей поддается различнымъ толкованіямъ. Необходимо лишь упомянуть, что глиноземъ (Al₂O₃) равно какъ и окислы желѣза (FeO, Fe₂O₃), не опредѣлялись, по присутствіе ихъ въ небольшихъ количествахъ воиѣ допустимо. Кромѣ того въ число примѣсей вошли — 0,45% CaO и 0,20 CO₂.

Наконецъ природа и количество органическихъ веществъ, входящихъ въ составъ данной породы, остаются не установленными и требуютъ самостоятельной обработки.

Исслѣдованія надъ созрѣваніемъ сѣмянъ.

I.

А. Благовѣщенскаго.

(Представлено въ засѣданія Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

Созрѣваніе сѣмянъ изучено въ настоящее время еще чрезвычайно недостаточно и вся литература вопроса сводится къ сравнительно очень небольшому числу работъ, посвященныхъ превращенію той или другой отдѣльной группы химическихъ соединений¹. Между тѣмъ процессъ созрѣванія, безусловно, весьма интересенъ, въ особенности благодаря тому, что при немъ громадное значеніе имѣютъ синтетическія реакціи, проявляющіяся

¹ Зольныя вещества. Arendt. Landw. Vers.-St. 1, 50, 1860; Amthor. Zeitschr. Physiol. Sh. 6, 227, 1882; Portele. Landw. Vers.-St. 32, 241, 1885; André. Comptes Rendus 139, 805, 1904; Wolff. Aschenanalyse, т. 1, стр. 27, 55, 117.

Азотистыя соединенія. Brimmer и Kellermann. Landw. Jahrbüch. 1876; Emmerling. Landw. Vers.-St. 24, 1880; 34, 1887; 54, 1900; Hornberger, тамъ же, 31, 1885; Недокучаевъ. Land. Vers.-St. 56, 1902; 58, 1904; Изв. Моск. С.-Х. Инст. 1899; Журн. Оп. Agr. 3, 1902; Н. П. Васильевъ. Изв. Киев. Полт. Инст. Огд. Хим.-Agr. 1910 (Здѣсь же списокъ прежнихъ работъ автора); В. Залѣвскій. Ber. Bot. Ges. 23, 1905; Beih. Bot. Centralbl. I, 27, 1911; E. Schulze. Landw. Jahrbüch. 35, 1906; Zeitschr. physiol. Ch. 71, 1911; Schulze и Winterstein. Тамъ же 65, 1910; Pfenninger. Ber. Bot. Ges. 27, 1909.

Углеводы. Lucanus. Landw. Vers.-St. 4, 1862; Storer и Lewis. Centralbl. Agrik.-Cb. 1879; A. Müntz. Ann. Sc.-nat. [7] Bot. 3, 1886; Jessen-Hansen. Centralbl. Agrik.-Ch. 26, 1897; Portele. Landw. Vers.-St. 32, 1885; Tanret. Comptes Rendus 112, 293, 1891.

Жиры. Meyen. Neues System d. Pflanzen phys. 2, 293, 1838; Leclerc du Sablon. Comp. Ren. 123, 1084, 1896; С. Ивановъ. Ber. Bot. Ges. 29, 1911; Beih. bot. Centr. 28, I, 1912; M. Korsakow. Comptes Rend. 155, 1162, 1912.

въ связи съ накопленіемъ запасныхъ питательныхъ веществъ. Детальное изслѣдованіе этихъ реакцій имѣетъ особенное значеніе съ точки зрѣнія ученія объ обратимости дѣйствія ферментовъ. Эта, сравнительно еще очень молодая, отрасль энзимологіи основывается уже на большомъ количествѣ блестящаго экспериментальнаго матеріала, но, до сихъ поръ, остается почти исключительно на чисто химической почвѣ, не переходя въ область физиологіи. О синтетическихъ процессахъ въ организмахъ и факторахъ ими управляющихъ все еще приходится заключать только по аналогіи съ тѣмъ, что наблюдается *in vitro*, часто въ совершенно искусственныхъ условіяхъ. Конечно, эти аналогіи имѣютъ за себя часто очень многое и могутъ быть приняты безъ особыхъ затрудненій, но все же необходимы прямыя доказательства. Послѣднія же могутъ быть доставлены только тщательнымъ изученіемъ тѣхъ явленій въ жизни организмовъ, въ которыхъ синтетическая дѣятельность преобладаетъ надъ разрушительной. Опредѣленія измѣняющагося во времени химическаго состава и установленіе закономѣрныхъ связей между этими измѣненіями и присутствіемъ соотвѣствующихъ ферментовъ—вѣрнѣйшій путь такого изученія.

Въ растительномъ мірѣ синтетическіе процессы яснѣе всего (не говоря объ усвоеніи углекислоты зелеными листьями) проявляются въ созрѣвающихъ сѣменахъ, отлагающихъ запасы различныхъ сложныхъ соединений (бѣлки, крахмалъ, резервная клѣтчатка) за счетъ болѣе простыхъ, притекающихъ изъ листьевъ.

Въ настоящей работѣ изложены результаты количественнаго изслѣдованія измѣненій въ содержаніи нѣкоторыхъ веществъ при созрѣваніи сѣмянъ обыкновеннаго конскаго боба (*Vicia Faba minor*). При этомъ я ограничился только соединеніями, имѣющими характеръ либо запасныхъ питательныхъ (бѣлки, крахмалъ, запасная клѣтчатка), либо промежуточныхъ (глюкоза, сахароза, азотистыя небѣлковыя соединенія) и не рассматривалъ остальныхъ категорій, играющихъ въ жизни растений иную роль, напримѣръ, входящихъ въ составъ механическихъ тканей. Только для золы и жиро въ были сдѣланы предварительныя опредѣленія.

Сѣмена обыкновеннаго конскаго боба были выбраны объектомъ для изслѣдованія съ цѣлью нѣкотораго упрощенія задачи, такъ какъ они содержатъ бѣлки и углеводы приблизительно въ одинаковыхъ количествахъ, жиры же—въ весьма малыхъ. Сѣмена были посѣяны (въ маѣ 1913 и 1914 годовъ) на грядкахъ въ ботаническомъ саду Московскаго Университета. Во второй половинѣ іюля начиналось обильное цвѣтеніе, продолжавшееся нѣсколько недѣль. Созрѣваніе шло очень медленно и получить

вполнѣ зрѣлыя сѣмена въ условіяхъ московскаго климата не удалось, благодаря наступившимъ въ серединѣ сентября утренникамъ.

Собранныя сѣмена немедленно освобождались отъ створокъ бобовъ, высушивались и взвѣшивались. Критеріемъ для раздѣленія по различнымъ стадіямъ зрѣлости служили время сбора, паружный видъ сѣмянъ и, главное, ихъ средній вѣсъ. Очевидно, благодаря неодинаковому посѣвному матеріалу и разнымъ метеорологическимъ условіямъ 1913 и 1914 годовъ, сѣмена обоихъ сборовъ отличались другъ отъ друга и результаты анализовъ отдѣльных годовъ непосредственно сравнивать нельзя.

Сборъ 1913 года.

100 сѣмянъ посѣвнаго матеріала вѣсили 42.5590 гр.¹.

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V
Вѣсъ 100 сѣмянъ	3.2280	10.4780	14.7010	36.9630	41.7820

Сборъ 1914 года.

100 сѣмянъ посѣвнаго матеріала вѣсили 53.4080 гр.

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Вѣсъ 100 сѣмянъ.	2.3230	3.9644	4.3609	9.6489	12.1720	14.7960	18.1720	23.5750	35.0550

Зола.

Изслѣдованіе содержанія золы было произведено только для сбора 1913 года и свелось къ опредѣленію общаго количества «сырой золы». Полученные результаты не отличались отъ того, что было найдено прежними авторами: относительныя количества золы по мѣрѣ созрѣванія уменьшались, абсолютныя возрастали. Опредѣленія отдѣльных элементовъ золы произведено не было.

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V
Золы въ %-ахъ абс. сух. вѣса.	6.55	5.15	4.59	4.13	4.30
Золы въ гр. на 100 сѣмянъ	0.2199	0.5612	0.7561	1.6440	2.0270

¹ Вѣсь данныя приведены на абсолютно-сухое вещество.

Эфирная вытяжка.

Также и для жирныхъ веществъ, переходящихъ въ эфирную вытяжку, опредѣленія ограничились сѣменами сборовъ 1913 года, въ виду того, что количества ихъ оказались очень малыми и, къ тому же, приблизительно одинаковыми (по отношенію къ сухому вѣсу сѣмянъ) за все время созрѣванія. Накопленіе запасныхъ веществъ здѣсь, слѣдовательно, не имѣло мѣста и жироподобныя вещества въ данномъ случаѣ, очевидно, пужны клеткамъ сѣмянъ не въ качествѣ питательныхъ.

Стадіи созрѣванія.		I	II	III	IV	V
Жиры.	{ 0/00	1.23	1.12	1.15	1.21	1.35
	{ Граммы на 100 сѣмянъ . . .	0.0113	0.1221	0.1809	0.4875	0.6219

Азотистыя вещества.

Исслѣдованіями Васильева и Залѣскаго было установлено, что, по мѣрѣ созрѣванія, количества какъ общаго, такъ и бѣлковаго азота возрастаютъ абсолютно и относительно, содержаніе же азота небѣлковаго падаетъ. Однако разсмотрѣніе анализовъ Недокучаева, Пфениппгера, Шульце и Винтерштейна показывало, что выраженное въ такой категорической формѣ утвержденіе врядъ-ли справедливо, такъ какъ въ началѣ созрѣванія иногда происходитъ не увеличеніе содержанія азота, а уменьшеніе. Исслѣдуя сѣмена 1913 года, я натолкнулся на то же самое явленіе:

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V
Средній вѣсъ 100 сѣмянъ	3.2280	10.4780	14.7010	36.9630	41.7820
Общій N въ 0/0 сух. вѣса	6.90	6.76	5.21	5.75	5.86
Общій N въ гр. на 100 сѣмянъ . .	0.2227	0.7083	0.7661	2.1254	2.4482
Бѣлковый N въ 0/0-ахъ	4.92	5.57	4.56	5.12	5.56
Бѣлковый N на 100 сѣмянъ	0.1538	0.5836	0.6702	1.8926	2.3236
Небѣлковый N въ 0/0-ахъ	1.98	1.19	0.65	0.63	0.30
Небѣлковый N на 100 сѣмянъ . . .	0.0689	0.1247	0.0959	0.2328	0.1246
Бѣлковый N въ 0/0-ахъ отъ общаго .	71.33	82.40	87.49	89.20	94.91

Примѣчаніе. Опредѣленіе азота производилось по Кьельдаю, сжиганіемъ съ сѣрной кислотой, въ присутствіи окиси мѣди и сѣрно-кислаго калия. Бѣлковый азотъ опредѣлялся по Барнштейну.

Относительныя количества общаго азота, слѣдовательно, въ началѣ созрѣванія падаютъ даже сильнѣе, чѣмъ возрастаютъ впоследствии. Измѣ-

ненія процентнаго содержанія бѣлковаго азота оказались въ первыхъ стадіяхъ еще болѣе неправильными, чѣмъ общаго. Абсолютныя же количества того и другого азота, отношенія бѣлковаго азота къ общему и содержаніе азота небѣлковаго измѣнялись довольно правильно. Обстоятельства эти заставили въ 1914 году обратить особенное вниманіе на первыя стадіи созрѣванія. При этомъ обвараужилось, что въ самомъ началѣ изучаемаго процесса относительное содержаніе азота велико, затѣмъ оно падаетъ и снова быстро увеличивается. Потомъ наступаетъ медленное значительное паденіе, сдѣляющееся еще болѣе медленнымъ и уже небольшимъ паростаніемъ. Получается впечатлѣніе какихъ-то постепенно затухающихъ волнообразныхъ колебаній. Сказанное относится какъ къ общему, такъ и къ бѣлковому азоту. Причина явленія лежатъ, повидному, въ неравномѣрномъ притоки изъ листьевъ азотистыхъ и безазотистыхъ веществъ, причемъ то одинъ, то другой процессъ подавляется сосѣднимъ. По мѣрѣ созрѣванія сѣмянъ разницы въ притоки становятся менѣе ощутительны и ходъ накопленія азотистыхъ веществъ болѣе правильнымъ.

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Вѣсъ 100 сѣмянъ. . .	2.3230	3.9644	4.3609	9.6489	12.1720	14.7960	18.1720	23.5750	35.0550
Общій N въ % сух. в. .	6.46	5.74	6.55	6.04	5.02	4.87	5.04	5.18	5.10
Общій N въ 100 сѣм. .	0.1512	0.2268	0.2856	0.5828	0.6110	0.7206	0.9329	1.2213	1.8895
Бѣлковый N въ % с. в. .	3.42	3.19	4.04	4.07	3.76	3.81	4.02	4.21	4.41
Бѣлк. N въ 100 сѣм. .	0.0805	0.1265	0.1754	0.3927	0.4570	0.5637	0.7441	0.9924	1.6342
Небѣлковый N въ % .	2.99	2.55	2.51	1.97	1.26	1.06	1.02	0.97	0.69
Небѣлк. N въ 100 сѣм. .	0.0707	0.1003	0.1102	0.1901	0.1540	0.1569	0.1888	0.2289	0.2553
Бѣлк. N въ % общаго .	53.72	55.58	61.77	67.43	74.83	78.23	79.79	81.28	86.38

Для азотистыхъ веществъ небѣлковаго характера, опредѣляемыхъ по разности между количествами общаго и бѣлковаго азота, неправильности наблюдались, какъ и для сборовъ 1913 года, въ абсолютныхъ величинахъ, а не въ относительныхъ. Процентное содержаніе небѣлковаго азота падаетъ по мѣрѣ созрѣванія очень правильно, количества же его въ 100 сѣменахъ увеличиваются, но не непрерывно, а съ моментами довольно значительнаго пониженія. Последніе, очевидно, обусловливаются энергичнымъ синтезомъ бѣлковыхъ веществъ за счетъ уже ранѣе находившихся въ сѣменахъ азотистыхъ соединений, т. е. различныхъ аминокислотъ и органическихъ оснований.

Растворимые восстанавливающие сахара и сахароза.

При изучении количественного содержания растворимых восстанавливающих сахаров (глюкозы), навѣски мелко-измельченныхъ сѣмянъ извлекались кипящимъ 70%-ымъ спиртомъ. По отгонкѣ послѣдняго въ вакуумѣ при температурѣ 35 — 40°, растворъ доводился водой до опредѣленнаго объема и производилось опредѣленіе глюкозы по Бертрану¹. Къ отдѣльной порціи прибавлялась инвертаза, приготовленная по методу О'Сюлливана и Томпсона² продолжительнымъ самоперевариваніемъ дрожжей нѣжнаго броженія и осажденіемъ фермента спиртомъ. Инверсія продолжалась 24 часа при температурѣ 35°. Послѣ новаго опредѣленія восстанавливающаго сахара, содержаніе сахарозы вычислялось изъ разности между вторымъ и первымъ наблюденіями восстановления. Этотъ методъ оказался очень точнымъ и разницы между основнымъ и параллельнымъ контрольнымъ опредѣленіями выражались ничтожными величинами. Результаты анализовъ показали, что количества восстанавливающихъ сахаровъ относительно все время созрѣванія падаютъ, абсолютно же, хотя и уменьшаются, но это уменьшеніе идетъ неравномѣрно и прерывается моментами, иногда, довольно значительнаго подъема. Причина послѣдняго, очевидно, лежитъ въ усиленномъ притокѣ глюкозы изъ листьевъ. Что же касается тростниковаго сахара, то его количества, падая относительно, абсолютно увеличиваются, показывая временами сильные отклоненія отъ правильнаго хода процесса. Отклоненія эти не могутъ быть объяснены ошибкой опредѣленія и, повидимому, находятся въ нѣкоторой связи съ неправильностями въ ходѣ накопленія азотистыхъ веществъ.

Сборъ 1913 года.

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V
Глюкоза въ % сух. вѣщ.	3.07	1.34	0.57	0.21	0.23
» на 100 сѣм. (гр.)	0.1030	0.1460	0.0858	0.0846	0.1051
Сахароза въ %	2.23	2.69	2.21	1.76	1.52
» на 100 сѣм. (гр.)	0.0749	0.2931	0.3249	0.6890	0.6986

Въ сборахъ 1913 года абсолютное содержаніе глюкозы въ 100 сѣменахъ въ концѣ созрѣванія было, слѣдовательно, такое же, какъ и въ началѣ и съ полной отчетливостью паденіе содержанія глюкозы относительно первой стадіи выступаетъ только въ анализахъ сѣмянъ 1914 года. Самой первой

¹ Bertrand. Bull. Soc. Chim. 35, 1285, 1906.

² O'Sullivan и Thompson. Journ. Chem. Soc. Trans. 57, 834, 1890.

стадій, къ сожалѣнію, анализировать на углеводы не пришлось, благодаря малому количеству матеріала.

Сборъ 1914 года.

Стадій созрѣванія.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Глюкоза въ % сух. вѣса . .	5.80	2.55	2.28	0.91	0.96	0.48	0.37	0.39
» на 100 сѣм. (гр.). . .	0.2299	0.1112	0.2150	0.1108	0.1420	0.0872	0.0872	0.1367
Сахароза %	5.74	1.99	2.78	3.10	3.18	2.62	2.01	2.02
» на 100 сѣм. (гр.). . .	0.2276	0.0868	0.2682	0.3765	0.4705	0.4761	0.4378	0.7081

Растворимый полисахаридъ.

Часть раствора сахаровъ, не подвергавшаяся дѣйствію инвертазы была гидролизована слабой соляной кислотой и обнаружила дальнѣйшее увеличеніе возстановляющей способности, обязанное, очевидно, расщепленію какого то полисахарида, на который инвертаза не дѣйствуетъ. По всей вѣроятности, онъ относится къ производнымъ галактозы, такъ какъ при окисленіи азотной кислотой сиропа, полученнаго сгущеніемъ спиртовой вытяжки, образовалась нерастворимая въ водѣ и плавящаяся при 212—214° слизивая кислота. Получить этотъ полисахаридъ въ болѣе или менѣе чистомъ видѣ не удалось, такъ какъ кристаллизаціи мѣшали находившіяся въ растворѣ аминокислоты. Опредѣленія его производились только для сѣмянъ сбора 1914 года. Согласно даннымъ анализовъ абсолютныя количества растворимаго полисахарида къ концу созрѣванія увеличиваются, относительныя же остаются почти неизмѣнными. Но во время созрѣванія и для этого углевода наблюдаются періоды энергичнаго накопленія, смѣняющіеся періодами сильной траты.

Стадій созрѣванія.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Растворимый полисахаридъ (%)	2.68	4.08	4.17	1.92	2.19	3.10	1.34	2.84
Растворимый полисахаридъ на 100 сѣм. (гр.) .	0.1063	0.1779	0.4023	0.2337	0.3240	0.5633	0.3159	0.9956

Крахмалъ.

Опредѣленіе крахмала совершалось при помощи амилазы (Мерковскій препаратъ діастазы). Результаты отлпчаются отъ данныхъ другихъ авторовъ лишь въ началѣ и передъ концомъ созрѣванія, когда замѣчаются тѣ же явленія, какъ и въ случаѣ остальныхъ изслѣдованныхъ углеводовъ: энер-

гичное накопленіе крахмала прерывается моментами, въ которые перевѣсъ получаетъ его трата.

Сборъ 1913 года.

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V
Крахмалъ (‰)	8.53	21.24	48.08	47.87	47.91
» на 100 сѣм. (гр.) .	0.2864	2.3146	4.7532	19.2875	22.0195

Сборъ 1914 года.

Стадіи созрѣванія.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Крахмалъ (‰)	19.41	11.92	19.79	30.62	33.03	33.62	29.96	39.87
» на 100 сѣм. (гр.) .	0.7695	0.5198	1.9090	3.6422	4.8871	6.1093	7.0630	13.9765

Запасная клѣтчатка.

Послѣ опредѣленія крахмала, клѣточные стѣнки обрабатывались слабой щелочью и гидролизовались разведенной сѣрной кислотой. Послѣ фильтрованія и тщательной промывки, фильтратъ соединялся съ промывными водами, нейтрализовался и доводился до опредѣленнаго объема. Количество восстанавливающаго сахара, опредѣленное по Бертрану, считалось соответствующимъ количеству запасной клѣтчатки. Природа глюкозы, входящей въ ея составъ, не была установлена. Опредѣленія производились только съ сѣменами сборовъ 1914 года. Въ полученныхъ результатахъ наблюдаются тѣ же характерныя черты, какъ и для остальныхъ углеводовъ.

Стадіи созрѣванія.	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Запасная клѣтчатка (‰) . . .	2.60	2.05	4.23	7.48	6.27	7.53	9.56	4.47
» » на 100 сѣм. .	0.1008	0.0899	0.4081	0.8897	0.9277	1.3683	2.2538	1.5669

Къ концу созрѣванія, слѣдовательно, наблюдается сильный относительный и абсолютный ростъ содержанія запасной клѣтчатки, въ самой послѣдней стадіи смѣнившійся рѣзкимъ паденіемъ.

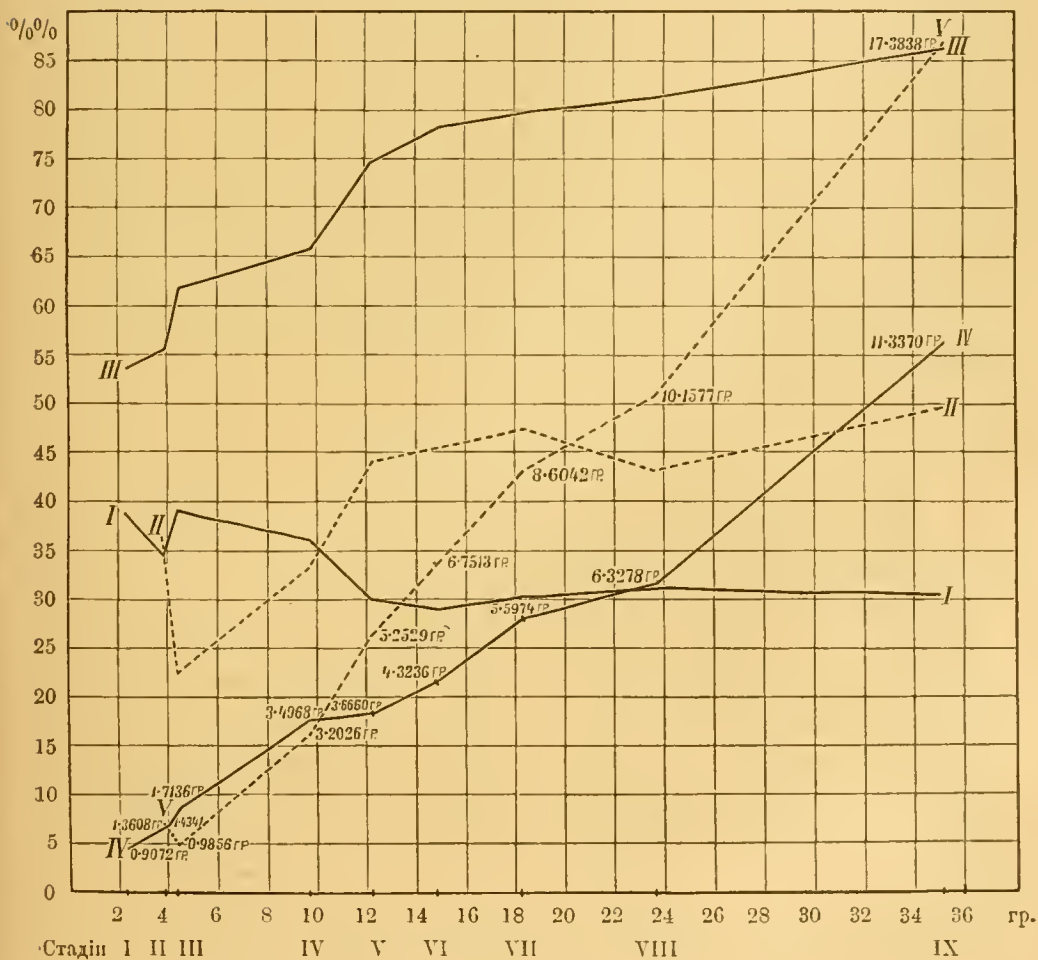
Если принять въ качествѣ множителя для перехода отъ азота къ бѣлковымъ веществамъ число 6 вмѣсто обычныхъ 6.25 (по даннымъ Осборна¹ бѣлки конскаго боба содержать около 18‰ азота), допустить затѣмъ, что небѣлковыя азотистыя вещества отличаются такимъ же содержаніемъ азота, какъ и бѣлки изъ нихъ возникающіе и сопоставить полученные данныя съ содержаніемъ углеводовъ и отношеніемъ въ различныя стадіи созрѣванія бѣлковаго азота къ общему, то результаты произведеннаго количественнаго

¹ Osborne. The vegetable proteins, стр. 57, 1909.

ислѣдованія созрѣвающихъ сѣмянъ (сборъ 1914 года) сведутся къ слѣдующей табличкѣ:

Стадіи созрѣванія.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Азотистыя вещества %.	38.76	34.44	39.30	36.24	30.12	29.22	30.24	31.08	30.60
Азотистыя вещества на 100 сѣм. (гр.) . . .	0.9072	1.3608	1.7136	3.4968	3.6660	4.3236	5.5974	6.3278	11.3370
Углеводы %	—	36.23	22.59	33.25	41.03	45.63	47.35	43.24	49.59
» на 100 сѣм. (гр.) . . .	—	1.4341	0.9856	3.2026	5.2529	6.7513	8.6042	10.1577	17.3838
Бѣлковый азотъ (‰) .	53.72	55.58	61.77	67.47	74.83	78.23	79.79	81.28	86.38
Общій азотъ									

Яснѣе эти соотношенія выступаютъ на приложенныхъ кривыхъ, гдѣ на линіи абсциссъ отложены средніе сухіе вѣса 100 сѣмянъ, а на ордина-



тахъ — относительныя (въ процентахъ) количества азотистыхъ веществъ (I) и углеводовъ (II), отношенія бѣлковаго азота къ общему (III) и абсолютныя количества (въ граммахъ) азотистыхъ веществъ (IV) и углеводовъ (V).

Приведенныя данныя позволяютъ заключить, что въ моментъ наибольшаго паденія содержанія углеводовъ (стадія III) происходитъ наиболѣе энергично и накопленіе азотистыхъ веществъ вообще и переходъ небѣлковыхъ соединений въ бѣлки въ частности. Пока еще нельзя рѣшить простое ли это совпаденіе или между обоими явленіями существуетъ причинная связь. Присутствіе второго паденія количества углеводовъ, совпадающаго съ нѣкоторымъ повышеніемъ содержанія азотистыхъ веществъ, говоритъ, скорѣе, въ пользу второго предположенія. Возможно, конечно, что притокъ углеводовъ и азотистыхъ веществъ изъ листьевъ идетъ какъ бы чередующимися волнами, съ преобладаніемъ то одной, то другой группы. Весьма вѣроятно значеніе въ образованіи этихъ волнъ метеорологическихъ факторовъ (вліяніе атмосферныхъ осадковъ, продолжительности солнечнаго сіянія, большей или меньшей влажности и т. д.), такъ какъ созрѣваніе идетъ весьма медленно и погода, въ продолженіе его, неоднократно мѣняется. Вопросъ этотъ, однако, еще совершенно не изученъ. Кромѣ такого объясненія возможенъ и другой случай: усиленный синтезъ бѣлка требуетъ для своего осуществленія, какъ и всякая эндотермическая реакція, притока свободной энергіи. Последняя же, очевидно, черпается въ дыхательныхъ процессахъ, при которыхъ и происходитъ употребленіе углеводовъ. Это предположеніе требуетъ, конечно, опытной проверки, каковой я пока не имѣлъ возможности сдѣлать.

Дозрѣваніе сорванныхъ сѣмянъ.

Кромѣ изслѣдованія сѣмянъ, созрѣвавшихъ въ естественныхъ условіяхъ, мною былъ поставленъ опытъ и съ дозрѣваніемъ бобовъ, отдѣленныхъ отъ материнскаго растенія, съ цѣлью изолировать сѣмена отъ вліянія притекающихъ изъ листьевъ веществъ. Опытъ носилъ чисто ориентировочный характеръ и, къ сожалѣнію, не могъ быть повторенъ лѣтомъ 1915 года. Между тѣмъ уже изъ полученныхъ данныхъ видны, во-первыхъ, важность подобныхъ опытовъ¹ для познанія синтетическихъ процессовъ при дозрѣваніи, а во-вторыхъ, невозможность получить точныя данныя, сохраняя сѣмена въ створкахъ. Вещества, притекающія изъ послѣднихъ сильно мѣшаютъ

¹ Впервые подобные опыты были произведены еще Луканусомъ въ 1860 году, а затѣмъ, для азотистыхъ веществъ, Васильевымъ и Залѣскимъ.

ясности получающейся картины. Выяснилась также необходимость помещать сѣмена въ условія минимальнаго испаренія и производить учетъ выдѣляющейся при дыханіи углекислоты.

Опытъ былъ произведенъ съ бобами, собранными 31-го іюля 1914 года. Всѣ плоды были раздѣлены на двѣ порціи, изъ которыхъ одна была немедленно освобождена отъ створокъ и сѣмена высушены при 60 — 70°, а другая положена на 10 дней въ прохладномъ темномъ мѣстѣ между листами влажной пропускной бумаги. Средній вѣсъ боба въ началѣ опыта былъ 3.9313 гр., въ концѣ—2.3350 гр. Стѣнки створокъ довольно сильно сморщились, но все-таки имѣли свѣжій видъ. Средній вѣсъ 100 сѣмянъ (неречисленный на абсолютно-сухое вещество) въ началѣ опыта былъ 3.9644 гр., въ концѣ—4.9950 гр. Содержаніе азота, общаго и бѣлковаго, значительно увеличилось, причемъ послѣдняго прибыло больше, чѣмъ перваго на 0.0083 гр., что соотвѣтствуетъ 0.0498 гр. бѣлка, безусловно образовавшагося внутри сѣмени за счетъ небѣлковыхъ азотистыхъ запасовъ, а не притекшаго сюда въ готовомъ видѣ изъ створокъ. Съ несомнѣнностью можно говорить и о синтезѣ при дозрѣваніи запасной клѣтчатки, содержаніе которой почти удвоилось и которая, безусловно, не могла перейти изъ створокъ въ готовомъ видѣ въ силу своей нерастворимости. Довольно значительно увеличались и количества растворимаго полисахарида, но чему обязано это увеличеніе — сказать невозможно: могъ быть и притокъ изъ створокъ и синтезъ изъ другихъ углеводовъ. Изъ числа послѣднихъ, крахмалъ испыталъ лишь незначительное измѣненіе, глюкоза же и тростниковый сахаръ испытали сильное уменьшеніе, обусловленное, очевидно, съ одной стороны тратой на дыханіе, а съ другой — на синтезъ запасной клѣтчатки и, возможно, растворимаго полисахарида.

	Начало опыта.		Конечъ опыта.	
	%	Граммъ на 100 сѣм.	%	Граммъ на 100 сѣм.
Вѣсъ 100 сѣм.	—	3.9644	—	4.9950
Общій азотъ.	5.74	0.2268	6.45	0.3189
Бѣлковый азотъ	3.19	0.1265	4.59	0.2269
Бѣлковый азотъ				
Общій азотъ	55.58	—	71.15	—
Глюкоза.	5.80	0.2299	3.78	0.1870
Сахароза	5.74	0.2268	3.42	0.1691
Растворимый полисах. . .	2.68	0.1063	3.42	0.1691
Крахмалъ.	19.41	0.7695	16.07	0.7946
Запасная клѣтчатка . . .	2.60	0.1008	4.74	0.2344

Синтетическіе процессы, слѣдовательно, ясно обнаруживаются какъ при созрѣваніи сѣмянъ на растеніи, такъ и при дозрѣваніи ихъ въ искусственныхъ условіяхъ. Что же касается связи этихъ процессовъ съ дѣятельностью ферментовъ, то имѣющихся въ моемъ распоряженіи данныхъ пока еще слишкомъ недостаточно, чтобы помѣстить ихъ въ настоящей работѣ.

Лабораторія Физиологій растений
Московского Университета.

Основной законъ кристаллохиміи.

Е. С. Федорова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г.).

Матеріаль, собранный въ предыдущей статьѣ¹, приводитъ къ общимъ выводамъ весьма большого значенія и прежде всего къ установленію основного закона кристаллохиміи, представляющаго чрезвычайное расширеніе закона Гаюп, то есть основного закона кристаллографіи. Этотъ законъ требуетъ для своего выраженія нѣкоторыхъ трехъ кристаллографическихъ осей, по которымъ, также какъ въ законѣ Гаюп, мы должны опредѣлить нѣкоторые единичные отрѣзки, и тогда можемъ сказать, что *точки, занимаемыя атомами, есть точки раціональныя по отношенію къ этимъ осямъ*, то есть ихъ три координаты раціональны или, иначе, выражаются отношеніемъ цѣлыхъ чиселъ въ единицахъ длины, представленныхъ въ единичныхъ отрѣзкахъ.

Выведенныя правила гласятъ:

Значеніе плоскостей въ комплексъ прежде всего зависитъ отъ наибольшей плотности расположенія атомовъ въ параллельныхъ плоскостяхъ. Чѣмъ выше плотность, тѣмъ кристаллографическое значеніе плоскостей выше (для количественнаго выраженія мы пока опытныхъ основаній не имѣемъ).

Кристаллографическое значеніе плоскостей усиливается, если въ нихъ расположены разнородные атомы, способные химически притягивать другъ друга. Мы не имѣемъ въ химіи количественнаго выраженія такого взаимнаго притяженія, но оно очевидно различно, и нужно думать, что усиленіе значенія такихъ плоскостей находится въ прямой связи съ усиленіемъ химическаго притяженія.

¹ См. ИАН. 1916 г., стр. 359.

Связь сосѣднихъ параллельныхъ плоскостей усиливается отъ того же химическаго притяженія.

Эти законы можно положить въ основу кристаллохиміи, какъ поваго отдѣла точной науки, въ которой рѣшительно нельзя раздѣлить задачи кристаллографіи и задачи химіи.

Въ особенности это относится къ первому закону, который по существу одинаково входитъ какъ въ область кристаллографіи, такъ и въ область химіи, но имѣетъ и здѣсь, и тамъ одинаково важное значеніе, почему его будемъ называть основнымъ закономъ кристаллохиміи.

Въ самомъ дѣлѣ, имѣть, кажется, болѣе типичной для химіи задачи, какъ задачи о выясненіи взаимнаго расположенія и связи атомовъ, а именно объ этомъ и говорить основной законъ.

Съ другой стороны, мы считали до сихъ поръ основнымъ закономъ кристаллографіи законъ Гаюп, а нашъ основной законъ есть въ сущности лишь расширеніе закона Гаюп, въ которомъ послѣдній растворяется какъ его составная часть.

Признаніе этого закона заставляетъ детализироваться и существующую теорію структуры кристалловъ. Это ярче всего выражается въ уравненіяхъ правильныхъ системъ точекъ, которыя были впервые установлены въ сочиненіи «Симметрія правильныхъ системъ фигуръ»; въ нихъ существующая теорія структуры допускала и ирраціональныя координаты, а основной законъ требуетъ ихъ раціональности, то-есть выраженія въ дробяхъ, числители и знаменатели которыхъ есть цѣлыя числа (раціональныхъ, то-есть арифметическихъ, а не алгебраическихъ вообще).

Разсмотримъ нѣсколько простѣйшихъ примѣровъ. Возьмемъ сначала соль ClNa (фиг. 1 стр. 362).

По полученнымъ результатамъ мы должны выразить расположеніе атомовъ двумя системами уравненій, изъ которыхъ одна относится къ атомамъ Na, а другая къ атомамъ хлора.

Если въ началѣ координатъ мы расположимъ атомъ Na, то получимъ систему атомовъ Na^1 :

$$x_0 = n^j a_i^3 + f^{\lambda/2}; x_1 = n^k a_{i+n^m}^3 + g^{\lambda/2}; x_2 = n^l a_{i+2n^m}^3 + (f + g)^{\lambda/2} \quad (1)$$

¹ Подробности вывода первыхъ членовъ этихъ уравненій заключаются въ «Симметріи конечныхъ фигуръ» (Записки И. Минералог. Общ. XXV). Въ полномъ же видѣ уравненія прежде всего даны въ «Симметріи правильныхъ системъ фигуръ» (напр. разсматриваемое подъ названіемъ 73 на стр. 68; тамъ же XXVIII, съ таблицей исправленій въ концѣ тома).

Здѣсь a_i , которое можетъ принять три значенія (какъ показываетъ верхняя цифра), соответствующія поворотамъ около тройной оси симметріи, выражаетъ для этихъ трехъ точекъ координаты по оси X_0 . Тѣ же значенія имѣютъ координаты и на осяхъ X_1 и X_2 . Если отмѣтимъ эти значенія буквами a_0, a_1, a_2 , то прежде всего для трехъ точекъ получаемъ координаты: 1) $(a_0 a_1 a_2)$, 2) $(a_1 a_2 a_0)$ и 3) $(a_2 a_0 a_1)$. Буква n замѣняетъ число (-1) , а остальные буквы могутъ выражать какія-угодно цѣлыя числа, но достаточно придать имъ значеніе 0 или 1. Мѣняя значеніе буквы m , изъ первыхъ трехъ координатъ получимъ три другія, а именно: 4) $(a_0 a_2 a_1)$, 5) $(a_1 a_0 a_2)$ и 6) $(a_2 a_1 a_0)$. Мѣняя затѣмъ значенія трехъ остальныхъ буквъ, мы каждый разъ получаемъ вдвое большее число координатъ; напр. мѣняя значеніе j , получаемъ: 7) $(-a_0 a_1 a_2)$, 8) $(-a_1 a_2 a_0)$, 9) $(-a_2 a_0 a_1)$, 10) $(-a_0 a_2 a_1)$, 11) $(-a_1 a_0 a_2)$, 12) $(-a_2 a_1 a_0)$. Изъ этихъ 12-ти получаемъ другія 12, если измѣнимъ значеніе k ; получимъ 13) $(a_0 - a_1 a_2) \dots$ 18) $(a_2 - a_1 a_0)$, 19) $(-a_0 - a_1 a_2) \dots$ 24) $(-a_2 - a_1 a_0)$ и т. д.

Итакъ всего получимъ координаты 48-ми точекъ соответственно данному гексакист-октаэдрическому виду симметріи.

Но въ данномъ частномъ случаѣ въ этой части равенствъ находимъ во всѣхъ случаяхъ одну и ту же координату 0.

Значеніе λ выражаетъ ближайшее разстояніе совмѣщенія системы по одной изъ главныхъ осей¹. Оно извѣстно въ абсолютной мѣрѣ, а именно, выражаемое въ сантиметрахъ равно $5,59 \times 10^{-8}$ (для $\text{ClK } 6,31 \times 10^{-8}$). Придавая буквамъ f и g всевозможныя значенія цѣлыхъ чиселъ, получаемъ координаты всѣхъ точекъ системы Na. Если система состоитъ изъ нѣсколькихъ атомовъ (какъ въ данномъ случаѣ изъ двухъ), то λ сохраняетъ такое значеніе во всѣхъ уравненіяхъ, почему этой абсолютной длинѣ и придаемъ значеніе единичнаго отрезка по всѣмъ тремъ кристаллографическимъ осямъ.

И вотъ, сдѣлавъ это, то есть принявъ λ за единицу по оси, найдемъ для атомовъ хлора координаты въ видѣ раціональныхъ чиселъ, а именно $(a_0 a_1 a_2) = (1/2 0 0)$, $(a_2 a_0 a_1) = (0 1/2 0)$ и $(a_1 a_2 a_0) = (0 0 1/2)$.

Коротко можемъ выразить систему точекъ Na (000), а систему точекъ Cl $(1/2 0 0)$.

Системѣ точекъ Na принадлежатъ и $(1/2 \ 1/2 0)$, $(1/2 \ 0 \ 1/2)$, $(1/2 \ \bar{1}/2 0)$ и т. д., а также и точки (100), (010), ($\bar{1}00$) . . . Напротивъ того, точки (110), $(1\bar{1}0)$, (101) и т. д., а также $(1/2 \ 1/2 \ 1/2)$ принадлежатъ системѣ Cl.

¹ Въ разсматриваемомъ случаѣ оно вдвое болѣе ближайшихъ разстояній плоскихъ слоевъ, отмѣчаемыхъ Брэггами буквою d_{100} .

Система точекъ мѣди въ точности совпадаетъ съ системою Na, а потому для выраженія ея имѣемъ тѣ же уравненія и символъ (000).

Для сфалерита (фиг. 7 стр. 370) имѣемъ уравненія:

$$x_0 = n^j a_i + f^{\lambda/2}; \quad x_1 = n^k a_{i+n^l} + g^{\lambda/2}; \quad x_2 = n^{j+k} a_{i+2n^l} + (f+g)^{\lambda/2} \quad (2)$$

и координаты для Zn ($1/200$) и для S ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$).

Этимъ вполнѣ опредѣляется сфалеритъ не только кристаллографически, но и химически, подобно тому, какъ по аналогичнымъ даннымъ были опредѣлены предыдущія системы.

Изъ этихъ данныхъ мы выведемъ для координатъ S также ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$) или ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$)... но никакъ не выведемъ ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$) или ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$)...

Для флюорита же мы для атомовъ F выведемъ всѣ эти координаты, но уравненіе (2) придется замѣнить уравненіемъ (1).

Въ алмазѣ мы имѣемъ то же расположеніе атомовъ, а слѣдовательно и тѣ же координаты, что и въ сфалеритѣ, но атомы образуютъ не двѣ различныя, а только одну единственную систему точекъ и потому уравненіе (1) приходится замѣнить другимъ, а именно:

$$x_0 = n^{j+l} a_i + (2f+l)^{\lambda/4}; \quad x_1 = n^k a_{i+n^m} + (2f+2g+l)^{\lambda/4}; \\ x_2 = n^{j+k} a_{i+2n^m} + (2g+l)^{\lambda/4} \quad (3)$$

Мы видимъ, что уравненіе (2) входитъ въ это уравненіе какъ его часть, именно половинная; но теперь для полученія атомовъ алмаза намъ не нужно соединять двѣ системы, а достаточно одной напр. съ координатой ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$), ($1/4 \ 1/4 \ 1/4$)...

Напр. изъ послѣдней отмѣченной точки мы, придавая l значеніе — 1, найдемъ $x_0 = -1/4 - 1/4 = 0$; $x_1 = -1/4 - 1/4 = -1/2$; $x_2 = -1/4 - 1/4 = 0$, то есть получаемъ одну изъ точекъ, которая въ уравненіи (2) выводилась изъ координаты ($1/200$); а такъ какъ изъ одной точки выводятся и всѣ шесть точекъ (тетрагональныхъ вершинъ ромбическаго додекаэдра), то этимъ доказывается, что изъ уравненія (3) выводятся всѣ точки, которыя были замѣщены въ сфалеритѣ какъ атомами Zn, такъ и атомами S, то есть всѣ точки алмаза.

Итакъ, сущность основного закона кристаллохиміи сводится къ тому, что по тремъ кристаллографическимъ осямъ и даннымъ на нихъ единичнымъ отрезкамъ пространственное положеніе атомовъ выражается рационально.

Съ этимъ закономъ, аналогичнымъ закону Гауя, мы можемъ связать и аналогичные выводы.

Число рациональных точек въ пространствѣ (при данной системѣ осей) бесконечно (я притомъ въ третьей степени). Конечно, изъ этого числа *возможныхъ точекъ* на самомъ дѣлѣ атомами заняты лишь весьма немногія; но все-таки мы можемъ отличить точки *возможныя* отъ *невозможныхъ*. Чѣмъ точнѣе мы могли бы отличать другъ отъ друга близкія точки, тѣмъ шире раскрылась бы область возможныхъ точекъ.

Но какъ законъ Гаюи въ кристаллографіи главное значеніе свое получилъ отъ того, что по нему символы граней вообще не только могутъ быть выражены отношеніемъ цѣлыхъ чиселъ вообще, но именно чиселъ простѣйшихъ, такъ значеніе новаго закона проявляется въ сравнительной простотѣ координатъ точекъ, занятыхъ атомами. Въ этомъ убѣждаютъ всѣ надежныя опредѣленія, сдѣланныя Браггами.

Какъ въ кристаллографіи, благодаря неточности ея опредѣленій, мы по непосредственному вычисленію получаемъ отношенія, не вполнѣ удовлетворяющія, но только очень близкія къ простымъ рациональнымъ, такъ въ кристаллохиміи, получивъ для атомовъ положенія, очень близкія къ рациональнымъ точкамъ, мы замѣняемъ ихъ, и имѣемъ право на это, дѣйствительно рациональными точками, выражаемыми простѣйшими числами.

Вообще атомы образуютъ пространственныя рѣшетки. Даже этотъ фактъ выяснился только изъ работъ Брагговъ, потому что раньше мы скорѣе представляли себѣ отдѣльныя группы атомовъ соединенными въ частицы, и такимъ группамъ пожалуй могли приписывать отдѣльное движеніе.

Правда, не всѣ одинаковые атомы образуютъ отдѣльныя пространственныя рѣшетки, но вообще въ параллелоэдрѣ, какъ правильномъ выразителѣ пространственной рѣшетки имѣется атомъ, представленный въ единственномъ числѣ; я такихъ разнородныхъ атомовъ можетъ быть не одинъ; но всѣ такіе атомы въ выраженіи химической формулы представлены въ равномъ числѣ.

Если бы мы опредѣляли хотя бы расположеніе атомовъ одного изъ этихъ разрядовъ, то этимъ опредѣлилась бы пространственная рѣшетка, а вмѣстѣ съ нею и кристаллографическія константы, то есть система всѣхъ возможныхъ точекъ, представляющихъ возможное расположеніе атомовъ, а если притомъ извѣстно отношеніе числа атомовъ и кристаллографическія свойства вещества, то иногда это бываетъ достаточно, чтобы опредѣлить положеніе я атомовъ другого рода. Примѣръ такого опредѣленія былъ показанъ на хлоратѣ натрія.

Положеніе каждой возможной точки, а слѣдовательно и каждого атома, опредѣляется символомъ изъ трехъ рациональных чиселъ; но, въ противо-

положность кристаллографическому комплексу, другой символъ, выводимый изъ перваго введеніемъ кратныхъ множителей, выражаетъ отнюдь не положеніе того же атома, а можетъ быть совсѣмъ другого, а вообще не выражаетъ никакого атома, а только возможное положеніе для какого-нибудь новаго атома, но при томъ конечно такую точку, которая лежитъ на центральной прямой, проходящей чрезъ первый атомъ. Въ самомъ центрѣ атомъ можетъ быть представленъ или нѣтъ, но онъ всегда относится къ рациональнымъ точкамъ и положеніе атома въ такой точкѣ всегда возможно. Ради простоты представленія возьмемъ кубическую пространственную рѣшетку и координаты $\frac{a_0}{b_0}, \frac{a_1}{b_1}, \frac{a_2}{b_2}$. Пока намъ не важно было положеніе точки, определяемой этими координатами, а только положеніе центральной прямой, на которой находится эта точка, мы могли произвольно измѣнять эти числа, вводя общіе множители и подбирая ихъ такъ, чтобы получилось отношеніе трехъ цѣлыхъ чиселъ.

Мы очевидно можемъ кубъ раздѣлить на такіе маленькіе кубики, чтобы всѣ атомы оказались въ числѣ вершинъ послѣднихъ, и потому *всякій кристаллъ представляетъ изъ себя одну пространственную рѣшетку, въ которой изъ точекъ которой заняты всеми находящимися въ кристаллѣ атомами.*

Это выраженіе основного закона есть прямое слѣдствіе изъ общаго факта дифракціи, которой подвергаются X лучи при прохожденіи или отраженіи въ кристаллической средѣ.

Теперь представимъ себѣ, что кромѣ упомянутой, находящейся внутри куба, дана другая точка по координатамъ $\frac{a'_0}{b'_0}, \frac{a'_1}{b'_1}, \frac{a'_2}{b'_2}$. Составимъ произведеніе $b_0 \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot b'_0 \cdot b'_1 \cdot b'_2 = B$ и раздѣлимъ кубъ на B^3 равныхъ кубиковъ. Въ такомъ случаѣ обѣ возможные точки займутъ положеніе двухъ вершинъ этой системы кубиковъ и слѣдовательно прямая, ихъ соединяющая, съ кристаллографической точки зрѣнія есть возможное ребро кристалла, причемъ въ самомъ кристаллѣ имѣется въ виду только ребро, параллельное этому направленію.

Отсюда весьма важный выводъ: *прямая, соединяющая два произвольные атома, есть возможныя кристаллографическія ребра.*

Отсюда переходъ и къ возможнымъ плоскостямъ кристалла, такъ какъ отсюда непосредственно вытекаетъ, что *плоскости трехъ атомовъ есть возможныя кристаллическія грани.*

Если къ этому присоединить первое изъ выведенныхъ выше правилъ, мы само собою приходимъ къ неменѣ важному выводу: *если въ кристаллѣ*

имются формы, отличающіяся особою важностью (постоянством проявленія), а положеніе какихъ-нибудь атомовъ остается еще неопредѣленнымъ, то весьма впрямую, что они съ какими-нибудь другими атомами помѣстятся въ плоскостяхъ, параллельныхъ гранямъ этихъ формъ.

Примѣненіе этого правила будетъ сдѣлано ниже на рядѣ дополнительныхъ примѣровъ.

Замѣчу еще, что изъ приведенныхъ законовъ вытекаетъ: три возможные грани пересѣкаются въ возможныхъ точкахъ; въ нихъ же пересѣкаются и два возможныхъ ребра, если вообще пересѣкаются.

Рациональный комплексъ атомовъ опредѣляется положеніемъ четырехъ изъ нихъ.

Въ числѣ возможныхъ (и притомъ простѣйшихъ) положеній атомовъ всегда находится центръ тяжести четырехгранника. Рядъ примененій этого закона мы ввѣли въ предыдущей статьѣ. При этомъ атомы въ вершинахъ четырехгранника могутъ быть и разные. Тетраэдръ есть только частный случай четырехгранниковъ вообще.

Къ числу возможныхъ (и простѣйшихъ) положеній атомовъ относятся также положенія въ средней точкѣ между двумя другими или въ центрѣ тяжести треугольника (въ группѣ кальцита и корунда).

Кромѣ точекъ общаго положенія мы можемъ отличать и точки спеціальнаго положенія въ связи съ элементами симметріи (на осяхъ сим. и пр.) и особенно въ центрахъ симметріи (въ коихъ пересѣкаются элементы симметріи).

Къ точкамъ спеціальнаго положенія мы можемъ отнести также центръ и вершины элементарнаго параллелоэдра. Также къ спеціальнымъ прямымъ, кромѣ осей симметріи, можемъ отнести и ребра параллелоэдровъ, а къ спеціальнымъ плоскостямъ, кромѣ плоскостей симметріи (также плоскостей сложной симметріи и симметричнаго скольженія) отнести еще грани параллелоэдра.

При этихъ опредѣленіяхъ мы можемъ формулировать теорему: *все спеціальныя точки, прямыя и плоскости суть возможные элементы кристалла.*

Въ комплексъ кубической симмоніи, какъ единичномъ, и напередъ опредѣленномъ, положеніе возможныхъ точекъ (а слѣдовательно и атомовъ) опредѣлено разъ навсегда.

Отдавая себѣ отчетъ въ существенномъ смыслѣ основного закона кристаллохиміи, мы легко поймемъ, что онъ есть выраженіе равновѣсія атомовъ твердаго тѣла, обусловливаемого равными отрицательными и поло-

жительными электрическими зарядами (электронами) — единственными факторами этого равновѣсія, при которомъ одинаково назлектризованные атомы отталкиваются, а разнонаэлектризованные притягиваются. При этомъ вѣсь атома роли не играетъ; въ изоморфныхъ группахъ равную роль играютъ атомы, одинаково заряженные и аналогичные, но менѣе всего сходные по вѣсу.

Къ системѣ атомнаго равновѣсія законъ Ньютона не приложимъ. Если же въ изоморфныхъ рядахъ и замѣчаются небольшія отклоненія въ углахъ, то это можно отнести лишь къ различію въ движеніи электроновъ въ соответственныхъ атомахъ. Мы видѣли примѣръ расположенія атомовъ въ центрѣ тяжести четырехгранниковъ, вершины коихъ заняты разными атомами, а этотъ фактъ несомнѣстимъ съ закономъ Ньютона (притѣ стр. 376).

Теперь приложимъ выведенный законъ и правила къ тѣмъ случаямъ, когда Брагги установили положеніе однихъ атомовъ и не могли установить положенія другихъ или по крайней мѣрѣ остановились на неполнѣ опредѣленномъ положеніи.

Изъ такихъ кристалловъ съ неокончательно опредѣленнымъ расположеніемъ атомовъ можно выдѣлить одну такую группу, въ которой собственно расположеніе это можно все-таки установить; сюда относятся *гематитъ* Fe_2O_3 и *корундъ* Al_2O_3 . Уже удалось установить, что въ этомъ случаѣ атомы O расположены въ гексапараллелоэдрѣ совершенно такъ-же какъ въ кальцитѣ¹, что два атома Fe (или Al) расположены по главной оси и наконецъ «it is probable that the distance Al... Al is somewhat smaller than the distance Al... O₃» (подразумѣваются на стр. 170 горизонтальныя плоскости, проходящія чрезъ эти атомы). Въ данномъ случаѣ (вмѣсто Al на фиг. 1 стоятъ Fe) разстояніе O₃... O₃ (то есть проекцій ближайшихъ центровъ на вертикальную ось) есть $\frac{4}{6}$ вертикальной діагонали; слѣдовательно, середина между шип, такъ-же какъ и плоскостями Fe... Fe есть $\frac{2}{6}$. Если примемъ вертикальную полудиagonalъ параллелоэдра за 1-цу и придадимъ атому Fe на этой оси внутри параллелоэдра *положеніе центра тяжести четырехгранника*, коего три вершины есть атомы O, а четвертая — атомъ Fe на той же оси, но внѣ параллелоэдра, то получимъ $\frac{4}{5}$, потому что внѣшній атомъ окажется на разстояніи $3 + \frac{1}{5} = \frac{16}{5}$. Въ такомъ случаѣ разстояніе Fe... Fe есть $\frac{4}{15}$, а разстояніе Fe... O₃ есть $\frac{8}{15}$ то есть дѣйствительно большее, почему это рѣшеніе можно признать за соответствующее

¹ Теперь мы можемъ смотрѣть на это расположеніе какъ на выраженіе закона наибольшаго возможнаго удаленія атомовъ O другъ отъ друга (стр. 372).

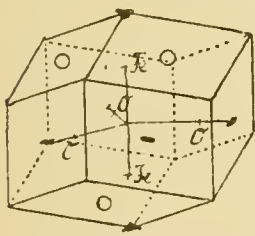
дѣйствительности¹; оно основано уже на многократно подтвержденномъ законѣ (центра тяжести четырехгранника).

Интересно замѣтить, что послѣ столь длиннаго ряда примѣровъ мы въ первый разъ натыкаемся на повтореніе, хотя и неодинаковаго расположенія атомовъ, но одинаковой системы параллелоэдровъ, а именно системы 16α 1, изображенной на фиг. 13 (стр. 373), которая относится и къ данному случаю.

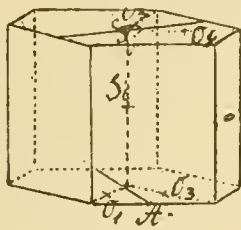
Еще интереснѣе отмѣтить, что мы имѣемъ здѣсь даже вѣроятное двойное повтореніе, такъ какъ нужно полагать, что если одинъ изъ атомовъ Fe мы замѣнимъ атомомъ Ti, то получимъ *ильменитъ* TiO_3Fe , который также относится къ гематиту, какъ доломитъ къ кальциту; по крайней мѣрѣ мы знаемъ, что ильменитъ при тѣхъ же углахъ проявляетъ ромбоэдрическую симметрію, какъ и доломитъ.

Параллелоэдръ системы *кварца* мы строимъ слѣдующимъ образомъ (фиг. 2).

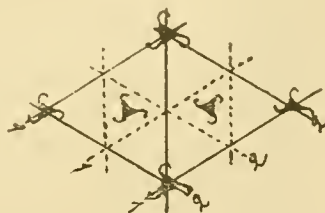
Беремъ атомъ Si по Брайгу на двойной оси симметріи, а тройныя винтовыя оси (правыя или лѣвыя) беремъ внѣ атома Si; но въ гексагональной



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

призмѣ эти оси не могутъ имѣть иного положенія кромѣ какъ въ ребрахъ призмы, а тогда равнодѣйствующая ось должна совпадать съ осью призмы, то есть проходить чрезъ атомъ Si. Изъ этого атома проводимъ прямую, параллельную одной грани ромбоэдра кварца; это мы дѣлаемъ въ виду постоянства этихъ граней, указывающаго на сравнительно большую ихъ плотность.

Правильную систему точекъ мы знали и до изслѣдованій положенія атомовъ, а именно по двумъ фактамъ: транецоэдрическому виду симметріи и присутствію винтовыхъ осей одного рода (правыхъ или лѣвыхъ), а также по принадлежности къ гипогексагональному типу (необходимость чего отмѣчена выше). Эта система можетъ быть только отмѣченная числомъ (12)

¹ На Фиг. 1 атомы Fe должны быть ближе къ вершинамъ параллелоэдра.

(или (13) для лѣвой системы (фиг. 3)). Мы ограничиваемся только изображеніемъ правой, такъ какъ лѣвая выводится изъ него сама собою. Система параллелоэдровъ получаетъ поэтому обозначеніе (12) 3 IV.

Такъ какъ теперь мы имѣемъ систему съ тройными вѣтвями осей одного рода (правыми или лѣвыми), то, какъ объяснено выше, параллелоэдръ системы долженъ быть тетрапараллелоэдромъ, то есть система должна относиться къ гексагональному типу; это подчеркивается и Браггъ.

Оріентировка гексагональной призмы должна быть такова, чтобы наиболѣе плотныя грани призмы кварца были параллельны двойнымъ осямъ симметріи. Изъ этого слѣдуетъ, что призма параллелоэдра по отношенію къ комплексу кварца должна быть призмою 2-го рода. При этомъ условіи не только пространственная рѣшетка атомовъ Si, но рѣшетки всѣхъ другихъ атомовъ дадутъ для призмы кварца наибольшую плотность.

Положеніе атома O нужно выбрать такъ, чтобы линія, соединяющая его съ атомомъ Si, была параллельна грани ромбоэдра кварца, какъ наиболѣе важной косою его грани. Кромѣ этихъ главныхъ изъ косыхъ граней въ кварцѣ наблюдается еще тригональная бипирамида, горизонтальный слѣдъ которой даетъ прямая, перпендикулярная къ осямъ симметріи. Гдѣ бы ни была взята точка O_1 для атома кислорода, мы вообще по ней и ближай двойной оси симметріи получимъ такую точку O_3 ¹, что три точки O_1 , Si и O_3 опредѣляютъ нѣкоторый трапецеэдръ; тригональная бипирамида опредѣлится только въ томъ случаѣ, если точку O_1 возьмемъ на срединѣ между двумя горизонтальными плоскостями, проходящими чрезъ точки Si. Но для того, чтобы O_1 , Si, O_3 были параллельны грани бипирамиды, нашу образующую прямую нужно взять не только параллельно грани ромбоэдра, но также и грани бипирамиды, то есть ребру пересѣченія этихъ граней. Этимъ же оріентировка ея въ параллелоэдрѣ (по отношенію къ двойнымъ осямъ симметріи) вполне опредѣляется, а съ нею и положеніе точки O_1 , а именно на ближай грани пинакоида и притомъ на срединѣ радіуса, проведеннаго къ вершинѣ шестигульника.

При этомъ ребро пересѣченія двухъ ромбоэдровъ кварца параллельно прямой, соединяющей A съ центромъ Si.

Конечно, полученное положеніе атомовъ O нельзя считать окончательнымъ доказаннымъ, но лишь весьма вѣроятнымъ, такъ какъ построение

¹ Изъ O_1 и центральной двойной оси симметріи получимъ O_2 , а изъ последней, сдѣлавъ элементарное вѣтвявое движеніе, пайдемъ точку O_3 ; эти два движенія складываются въ равнодѣйствующую двойную ось симметріи, показанную на нижней грани сплошною чертою (другая показана на верхней грани).

основано не только на точномъ законѣ, но и на правилахъ, могущихъ имѣть исключенія.

Изъ разсмотрѣнныхъ кристалловъ кварцъ (послѣ шприта) представляетъ второй примѣръ кристалловъ съ замѣчательнымъ постоянствомъ проявленія осцилляторно развитыхъ граней. Мнѣ кажется, что это находится въ связи съ выплсненными структурами этихъ кристалловъ.

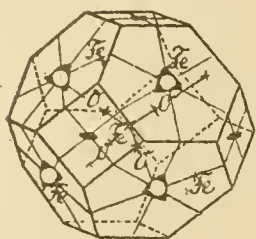
На кристаллахъ шприта (фиг. 16 стр. 376), какъ извѣстно, осцилляторное образованіе выражается въ ребрахъ, параллельныхъ главнымъ осямъ. Выше мы замѣтили, что при данной структурѣ грани куба получаютъ преобладающую плотность, если пары атомовъ S (связанныхъ центромъ обращенія) принимать какъ бы за одну частицу. На дѣлѣ мы имѣемъ здѣсь около центральной грани куба двѣ другія, очень близкія къ ней параллельныя плоскости съ атомами S.

Мы конечно не имѣемъ понятія о величинѣ амплитуды колебаній атомовъ вообще и атомовъ S въ шпритѣ въ частности. Но повидимому не представляется невозможнымъ допустить для нея такіе размѣры, что въ извѣстные моменты эти атомы попадаютъ въ плоскость, параллельную грани куба, или даже переходятъ ее. Въ эти моменты плотность плоскостей удваивается и такимъ образомъ становится понятнымъ особое стремленіе къ образованію граней куба. Но въ среднемъ положеніи атомовъ чрезъ одну изъ главныхъ осей и какой-нибудь атомъ S проходитъ плоскость, не совпадающая, но близкая къ плоскости куба. Какъ относящіяся къ гранямъ ничтожной плотности, плоскости эти не могутъ получать значительнаго развитія и проявляются большею частью въ микроскопически узкихъ полоскахъ.

Нѣчто аналогичное мы можемъ подмѣтить и въ структурѣ кварца (фиг. 2). Для пониманія этого достаточно взять на примѣръ нижнюю двойную ось симметріи и провести чрезъ нее и на примѣръ точку O_2 плоскость. Эта плоскость будетъ принадлежать очень огромному ромбоэдру, который также не можетъ получить значительнаго развитія вслѣдствіе ничтожной плотности.

Изъ всѣхъ изслѣдованныхъ кристалловъ хуже всего сходятъ дѣло съ кристаллами группы *шпинели* (изъ этой группы были изслѣдованы *благородная шпинель*, *магнетитъ* и *ганимъ*). Хотя изъ приводимыхъ численныхъ значеній и нельзя было сдѣлать опредѣленнаго заключенія о расположеніи атомовъ, но все-таки Брэггъ считаетъ возможнымъ заключить, что «the planes {110} are apparently the most widely spaced, of all those in the crystal» (стр. 172). Но это заключеніе очень близко сходится съ заключеніемъ о гексапараллелоэдрѣ какъ параллелоэдрѣ системы.

И дѣйствительно, если примемъ таковой, то получимъ вполне отвѣчающую относительному числу атомовъ систему, изображенную на фиг. 4.

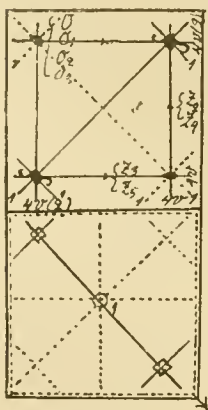


Фиг. 4.

Для атомовъ Fe (въ магнетитѣ) мы имѣемъ даже два различныя положенія: одно въ центрѣ, отвѣчающее Fe'' и другое въ центрахъ четырехъ граней на тройныхъ осяхъ симметріи, отвѣчающее Fe'''. Едва ли такое совпаденіе можно отнести къ случайности, а потому и не имѣя строгихъ непосредственныхъ указаній можно съ большою вѣроятностью принять, что это расположеніе соотвѣтствуетъ дѣйствительности.

Мало того, пользуясь указаніемъ обширнаго опыта, показывающаго преобладающее значеніе формы $\{111\}$ для этой группы, мы можемъ найти и точное положеніе атомовъ кислорода, а именно на четырехъ тройныхъ осяхъ симметріи въ разстояніи $\frac{1}{3}$ отъ центра до октаэдрической грани параллелоэдра; при такомъ допущеніи въ плоскостяхъ $\{111\}$ окажутся не только атомы Fe''', но и атомы O при условіяхъ наибольшей плотности расположенія.

Но при такомъ расположеніи атомовъ мы имѣемъ гексакись-тетраэдрическую симметрію, а это показываетъ, что система асимметрична и состоитъ изъ параллелоэдровъ двухъ различныхъ положеній, которыя выводятся одно изъ другого, если въ центрѣ октаэдрическихъ граней помѣстимъ центръ обращенія, какъ и показано на фигурѣ; чрезъ это тройныя оси симметріи становятся шестерными осями сложной симметріи.



Фиг. 5.

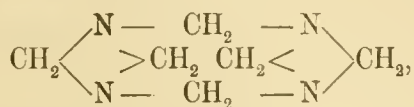
Соотвѣтствующая правильная система точекъ изображена на фиг. 5. Она отмѣчается $(9) \gamma 2$, а потому означеніе для системы параллелоэдровъ получается $(9) \gamma 2.20 \delta VII$.

Этимъ и завершается цѣль изслѣдованныхъ кристалловъ, потому что изслѣдованіе кристалловъ S показало такое усложненіе въ строеніи, раскрытіе котораго требуетъ новыхъ путей.

Въ заключеніе упомяну, что настоящія, а особенно сложныя органическія соединенія въ кристаллахъ кубической сингоніи почти не встрѣчаются¹, а въ имѣющихся нѣсколькихъ исключеніяхъ дѣйствительно про-

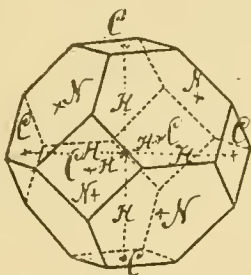
¹ Ср. «Кристаллы кубической сингоніи» Записки Горн. Инст. IV, 318.

является такая исключительная симметрия внутренняго строения, что само собою напрашивается для догадок о расположеніи атомовъ. Такъ, *гекса-метилеи-тетраминъ* приписывается строение

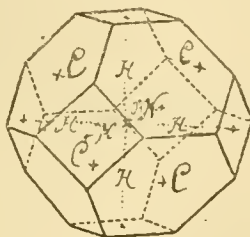


почему можно представить себѣ расположеніе его атомовъ, какъ показано на фиг. 6. Здѣсь совершенно ясно, какъ четыре атома N связываютъ шесть группъ CH₂.

Въ другомъ соединеніи *тетраметилпирозинъ*, которому приписывается строение $\text{N} \leq \frac{\text{C}(\text{CH}_3) \cdot \text{C}(\text{CH}_3)}{\text{C}(\text{CH}_3) \cdot \text{C}(\text{CH}_3)} \geq \text{N}$, почему его расположеніе можно представить такимъ, какъ показано на фиг. 7. Здѣсь къ каждой парѣ атомовъ азота примыкаетъ четыре группы CH₃¹.



Фиг. 6.



Фиг. 7.

Но я принимаю это пока лишь какъ за вѣроятную догадку. Во всякомъ случаѣ изображеніе расположенія атомовъ есть лучшая структурная и стереохимическая формула.

Въ приложенной таблицѣ уравненій расположенія атомовъ изслѣдованныхъ кристалловъ значенія буквъ были пояснены съ достаточною подробностью выше.

Таблица уравненій расположенія атомовъ въ кристаллахъ.

Кристаллы кубическаго типа и спигоніи.

1. Система атомовъ меди (золота, серебра).

$$x_0 = n^3 a_i^3 + f^{\lambda/2}; x_1 = n^3 a_{i+n^m}^3 + g^{\lambda/2}; x_2 = n^3 a_{i+2n^m}^3 + (f+g)^{\lambda/2} \quad (1)$$

¹ На фиг. 7 пропущены атомы C въ центрахъ четырехъ остальныхъ октоэдрическихъ граней параллелоэдра.

Координаты атомов Си (000); символъ (0001)¹.

Система трипараллелоэдровъ II порядка. Частица Си.

2. Система атомовъ каменной соли (сильвина и пр.).

Уравнения тождественны съ (1).

Координаты атомовъ Na (000); символъ (0001)

» » Cl ($\frac{1}{2}$ 00); » (1002).

Система трапараллелоэдровъ II порядка. Частица ClNa.

3. Система атомовъ нашатыря.

$$x_0 = n^j a_i^3 + f^{\lambda/2}; x_1 = n^k a_{i+2n^m}^3 + g^{\lambda/2}; x_2 = n^{j+k+m} a_{i+2n^m}^3 + (f+g)^{\lambda/2} \quad (2)$$

Координаты атомовъ Cl (000); символъ (0001)

» » N ($\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$); символъ (1112)

» » H ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$); » (1114).

Система трипараллелоэдровъ II порядка. Частица (ClNH₄)₂.

4. Система атомовъ куприта.

$$x_0 = n^{j+m} a_i^3 + m^{\lambda/2}; x_1 = n^{k+m} a_{i+n^m}^3 + m^{\lambda/2}; x_2 = n^{j+k+m} a_{i+2n^m}^3 + m^{\lambda/2} \quad (3)$$

Координаты атомовъ Си ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$); символъ (1114)

» » O (000); символъ (0001).

Система гептапараллелоэдровъ II порядка. Частица Cu₂O.

5. Система атомовъ сфалерита.²

$$x_0 = n^j a_i^3 + f^{\lambda/2}; x_1 = n^k a_{i+n^m}^3 + g^{\lambda/2}; x_2 = n^{j+k} a_{i+2n^m}^3 + (f+g)^{\lambda/2} \quad (4)$$

Координаты атомовъ Zn ($\frac{1}{2}$ 00); символъ (1002)

» » S ($\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$); символъ (1114).

Система гексапараллелоэдровъ I порядка. Частица SZn.

¹ Символь (четырёхзначный) выводятся изъ трехъ дробныхъ индексовъ, если ихъ привести къ общему знаменателю, который и составитъ четвертый индексъ.

6. Система атомовъ алмаза.

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= n^{j+l} a_i^3 + (2f+l) \lambda/4; \quad x_1 = n^k a_{i+n^m}^3 + (2f+2g+l) \lambda/4; \\ x_2 &= n^{j+k} a_{i+2n^m}^3 + (2g+l) \lambda/4 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Въ видѣ единственнаго исключенія параллелоэдровъ системы нѣтъ.
Координаты атомовъ С ($1/2$ 00); символъ (1002).

7. Система атомовъ флюорита.

Уравненія тождественны съ (1).

Координаты атомовъ Са ($1/2$ 00); символъ (1002)

» » F ($1/4$, $1/4$, $1/4$); символъ (1114).

Система трипараллелоэдровъ II порядка. Частица СаF₂.

8. Система атомовъ пирита (гауерита, кобальтина).

$$x_0 = n^j a_i^3 + l \lambda/2; \quad x_1 = n^k a_{i+1}^3 + j \lambda/2; \quad x_2 = n^l a_{i+2}^3 + k \lambda/2 \quad (6)$$

Координаты атомовъ Fe (000); символъ (0001)

» » S ($1/10$, $1/10$, $4/10$); символъ (114.10).

Система гексапараллелоэдровъ IV порядка. Частица (FeS₂)₄.

9. Система атомовъ хлората натрія.

$$x_0 = n^j a_i^3 + (j+k) \lambda/2; \quad x_1 = n^k a_{i+1}^3 + j \lambda/2; \quad x_2 = n^{j+k} a_{i+2}^3 + k \lambda/2 \quad (7)$$

Если эти уравненія относятся къ правымъ кристалламъ, то къ лѣвымъ слѣдуетъ отнести уравненія

$$x_0 = n^j a_i^3 + (j+k) \lambda/2; \quad x_1 = n^{j+k} a_{i+1}^3 + k \lambda/2; \quad x_2 = n^k a_{i+2}^3 + j \lambda/2 \quad (7a)$$

Координаты атомовъ Na ($1/4$, $1/4$, $1/4$); символъ (1114)

» » Cl ($1/4$, $1/4$, $1/4$); » ($\bar{1}$ 114)

» » O ($1/4$ 00); символъ (1004).

Система гексапараллелоэдровъ IV порядка. Частица (ClO₃Na)₂.

10. Система атомов магнезита (бл. шпинели, гапста).

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= n^j a_i + (j + k + l) \lambda / 2; & x_1 &= n^k a_{i+n^m} + (j + k + l) \lambda / 2; \\ x_2 &= n^l a_{i+2n^m} + (j + k + l) \lambda / 2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Координаты атомов Fe'' (000); символ (0001)

» » Fe''' (1/4, 1/4, 1/4); символ (1114)

» » O (1/12, 1/12, 1/12); » (111.12).

Система гептапараллелоэдров II порядка. Частица (Fe₂'''O₄Fe'')₂.

Из десяти изоморфных групп веществ таким образом выведено восемь различных правильных систем точек. Если приять во внимание, что таких теоретически возможных систем кубической сингонии всего 36, то становится весьма вероятным, что со временем найдется почти всё теоретически возможные.

Пока сомнѣнія вызываютъ только системы (40) и (41) (правая или лѣвая), такъ какъ, насколько мнѣ извѣстно, кристалловъ, оптически активныхъ и имѣющихъ гироэдрическую симметрію, не найдено.

Выходя изъ предѣловъ кристалловъ кубической сингоніи, но оставаясь въ предѣлахъ кубическаго типа, мы для выбора осей и расчета координатъ будемъ предполагать параллелоэдръ системы однородно деформированнымъ въ параллелоэдръ кубической сингоніи.

Кристаллы кубическаго типа и гексагональной сингоніи.

11. Система атомовъ калмита (сидерита, родохрозита).

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= n^k a_i + (j + k) \lambda / 4; & x_1 &= n^k a_{i+n^m} + (j + m) \lambda / 4; \\ x_2 &= n^k a_{i+2n^m} + (k + m - f - g) \lambda / 4^* \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Координаты атомовъ С (000); символъ (0001)

» » Са (1/4 00); символъ (1004)

» » О (1/12, 1/12 0); символъ (110.12).

Система гептапараллелоэдровъ IV порядка. Частица (СО₃Са)₂.

* Такъ какъ въ то время, когда составлялись формулы въ «Симметріи правильныхъ системъ фигуръ» раздѣленія на кубическій и гипогексагональный типы еще не были извѣстны, то онѣ были въ случаѣ гексагональной сингоніи приурочены къ тому, что теперь мы относимъ къ гипогексагональному типу. Поэтому теперь пришлось измѣнить ихъ форму. Напримѣръ формулою (9) замѣнена тогдашняя форм. 47h.

12. Система атомовъ доломита.

$$x_0 = n^k a_i + (j+k) \lambda / 4; x_1 = n^k a_{i+1} + (j+k) \lambda / 4; x_2 = n^k a_{i+2} - (f+g) \lambda / 4 \quad (10)$$

Координаты атомовъ С (000); символъ (0001)

» » Са ($1/4$ 00); символъ (1004)

» » Mg ($1/4$ 00); » ($\bar{1}$ 004)

» » О ($1/12$, $1/12$ 0); символъ (1 $\bar{1}$ 0.12).

Система гексапараллелоэдровъ II порядка. Частица (CO₃Ca) (CO₃Mg).

13. Система атомовъ гематита (корунда).

Уравненія тождественны съ (9).

Координаты атомовъ Fe ($1/10$, $1/10$, $1/10$); символъ (111.10)

» » О ($1/12$, $1/12$ 0); символъ (1 $\bar{1}$ 0.12).

Система гексапараллелоэдровъ IV порядка. Частица (FeO₃Fe)₂.

14. Система атомовъ ильменита.

Уравненія тождественны съ (10).

Координаты атомовъ Fe ($1/10$, $1/10$, $1/10$); символъ (111.10)

» » Ti ($1/10$, $1/10$, $1/10$); » ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$.10)

» » О ($1/12$, $1/12$ 0); » (1 $\bar{1}$ 0.12).

Система гексапараллелоэдровъ II порядка. Частица (TiO₃Fe)₂.

Кристаллы гипогексагопального типа.

15. Система атомовъ кварца.

$$y = n^k b - i \lambda / 3; y_0 = b_i + \lambda_0; y_1 = b_{i+n^k} + \lambda_0$$

II

$$y = n^k b + i \lambda / 3; y_0 = b_i + \lambda_0; y_1 = b_{i+n^k} \lambda_0$$

(Здѣсь оси координатъ b_i приняты параллельными двойнымъ осямъ симметріи).

Координаты атомовъ Si (000); символъ (0001)

» » О ($1/6$, $1/4$ 0); символъ (230.12).

Система тетрапараллелоэдровъ III порядка. Частица (SiO₂)₃.

16. Система атомовъ цинкита (вуртцита, гренокита).

$$y = b + \lambda; y_0 = \overset{6}{b}_i + \lambda_0; y_1 = \overset{6}{b}_{i+1} + \lambda_0$$

Координаты атомовъ Zn ?¹

» » O (1/2 00); символъ (1002).

Система тетрапараллелоэдровъ I порядка. Частица ZnO.

Резюмируя изложенное, мы видимъ, что въ кристаллографическомъ отношеніи все остается по старому: тѣ же два типа, тѣ же виды сингоніи и симметріи, тѣ же основные законы, тѣ же параллелоэдры какъ основы структуры кристалловъ; соответственно съ этимъ остаются тѣ же правильныя системы точекъ и ихъ выраженія, какъ геометрическія — посредствомъ параллелоэдровъ и элементовъ симметріи связи, такъ и аналитическія — посредствомъ уравненій².

Но въ химическомъ отношеніи приходится констатировать полный переворотъ. Приходится именно отбросить понятіе о химической частицѣ твердаго тѣла какъ обособленной группѣ атомовъ; приходится вообще видоизмѣнить понятія о твердомъ и жидкомъ тѣлѣ съ предполагаемыми въ нихъ двоякаго рода дѣйствующими силами: притягательными и отталкивательными.

Теперь твердое тѣло въ однородномъ состояніи (единый кристаллъ) представилось въ видѣ единой пространственной рѣшетки атомовъ, въ которой однако занята послѣдними лишь небольшая часть точекъ; въ однихъ атомахъ находится одинъ или нѣсколько добавочныхъ электроновъ, вызывающихъ притяженіе къ тѣмъ, которые лишены ихъ, и отталкиваніе отъ однородныхъ съ ними, и конечно, какъ притяженіе, такъ и отталкиваніе дѣйствуютъ по одному и тому же закону. Само расположеніе атомовъ въ точкахъ пространственной рѣшетки есть результатъ дѣйствія одинаковыхъ силъ притяженія и отталкиванія, приложенныхъ въ разныхъ направленіяхъ и останавливающихъ каждый атомъ около опредѣленнаго пункта равновѣсія.

¹ Изъ описанія Брагговъ положеніе атомовъ Zn въ параллелоэдрѣ и на шестерной оси симметріи выражено недостаточно ясно. Естественнѣе, въ согласіи со свойствами кристалла, допустить (1/6 00).

² Заслуживаетъ удивленія тотъ фактъ, что всѣ эти основы и ихъ выраженія впервые были даны въ «Симметріи правильныхъ системъ фигуръ», которую ИАН. забрала (1891) какъ совершенно незаслуживающую вниманія, а Баварская Академія за нее же причислила автора къ своимъ сочленамъ.

Примѣчаніе редактора: Указанное сочиненіе профессора Е. С. Федорова было представлено на конкурсъ преміи Митрополита Макарія въ 1891 г. въ числѣ 30 работъ, и премія ему присуждена не была. *Непрежанный Секретарь Императорской Академіи Наукъ Сергій Ольденбургъ.*

Такое пространство можетъ быть раздѣлено на равныя и параллельныя, опредѣленно разграниченныя части, то есть параллелоэдры, и содержимое всѣхъ параллелоэдровъ связано равенствомъ совмѣщенія или симметричности. Вотъ почему теперь особенно выдвигается значеніе основныхъ параллелоэдровъ, какъ такихъ ячеекъ или строительныхъ элементовъ кристаллическаго зданія, которое не можетъ быть раздѣлено на еще меньшія части. Все строеніе опредѣляется одною такою ячейкою, содержащимися въ ея предѣлахъ атомами и законами симметрическаго совмѣщенія одной такой ячейки со-смежными. Открылась новая область научнаго вѣдѣнія—кристаллохимія, въ которой методы химіи и кристаллографіи слились неразрывными узами и которая выдвинула уже свои методы и свой основной законъ. Со временемъ ея методы получаютъ конечно большое разнообразіе.

Для многихъ хорошо изученныхъ кристалловъ кубической сингоніи можно съ большою вѣроятностью принять совершенно опредѣленное расположеніе атомовъ, которое теперь безъ чертежа можно описать посредствомъ символовъ.

Для граната $Al_2(Si_3O_{12}Ca_3)$ нужно принять параллелоэдр VI и комбинаціи атомовъ Si (1 $\bar{1}$ 04)

- » Ca (1104)
- » O (1004) и (1 $\bar{1}$ 18)
- » Al (1118).

При этомъ симметрія параллелоэдра дитригонально-скаленоэдрическая; по три непересекающіяся пары реберъ (какъ въ пиритѣ) есть тройныя оси симметріи, а потому симметрія системы гексакисъ-октаэдрическая. Атомы Al составляютъ ядро, а наиболѣе плотное расположеніе атомовъ принадлежитъ плоскостямъ формы {110}.

Еще проще должно быть строеніе солей типа SiF_6K_2 ¹. Параллелоэдръ есть также VI.

Символь атомовъ Si (0001) (ядро)

- » » K (1114)
- » » F (1004)

¹ Для того, чтобы объяснить изоморфизмъ этой соли K съ солью NH_4 , достаточно принять для N (1114), а для H (111.12).

Соль тетраметиламмонія получится изъ послѣдней замѣщеніемъ въ ней атомовъ H атомами C съ присоединеніемъ къ послѣднимъ въ плоскостяхъ октаэдра по три атома H.

Всѣ атомы (кромѣ ядра) располагаются въ плоскостяхъ формы $\{111\}$ наибольшей плотности.

Оставляю подѣ вопросамъ возможность другихъ расположеній атомовъ, удовлетворяющихъ всѣмъ наблюденнымъ фактамъ.

Если даны символы $(a_0 a_1 a_2 a_3)$, $(b_0 b_1 b_2 b_3)$, $(c_0 c_1 c_2 c_3)$ трехъ атомовъ, то нямъ легко опредѣлить символъ проходящей чрезъ нихъ плоскости по формулѣ:

$$p_0 : p_1 : p_2 = \begin{vmatrix} a_3 & a_1 & a_2 \\ b_3 & b_1 & b_2 \\ c_3 & c_1 & c_2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} a_0 & a_3 & a_2 \\ b_0 & b_3 & b_2 \\ c_0 & c_3 & c_2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & a_3 \\ b_0 & b_1 & b_3 \\ c_0 & c_1 & c_3 \end{vmatrix}.$$

Эта формула выведена въ замѣткѣ въ Зап. Горн. Инст. VI, вып. 1.

Дополнительное примѣчаніе. Хотя тщательный пересмотръ и подтвердилъ правильность по существу всѣхъ приведенныхъ въ этой статьѣ (и предыдущей) изображеній параллелоэдровъ съ атомами, но оказалось, что въ нѣсколькихъ случаяхъ построеніе не согласовано съ основнымъ условіемъ *наименьшаго* пространства (стр. 361). Это относится къ мѣди (стр. 371), гдѣ нужно принять кубъ съ атомами въ четырехъ вершинахъ, къ флюориту (Фиг. 11 стр. 371), гдѣ также нужно принять кубъ съ атомомъ F въ центрѣ и атомами Са какъ въ мѣди, къ кальциту, гдѣ нужно принять гептапараллелоэдръ съ атомами С и Са по одному въ центрахъ пинакоидовъ и атомами О въ трехъ вершинахъ того пинакоида, въ которомъ находятся атомы С. Три другія вершины съ атомами О выведутся изъ предыдущихъ, если принять во вниманіе, что въ центрахъ четырехугольныхъ граней помѣщаются центры обращенія. Совершенно то же самое относится и къ гематиту, но въ его параллелоэдрѣ одинъ единственный атомъ Fe находится на тройной оси симметріи въ разстояніи $\frac{4}{5}$ отъ грани, представляющей плоскость атомовъ О, то есть $\frac{1}{5}$ отъ центра.

Комета 1916а.

М. Вильева.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 2 марта 1916 г.).

Элементы, полученные изъ наблюдений 24 и 27 февраля и 1-го марта.

$$\left. \begin{aligned} \omega &= 190^{\circ}20'57 \\ \Omega &= 325\ 18.53 \\ i &= 16\ 38.92 \end{aligned} \right\} 1916.0$$

$$\log q = 0.19554$$

$T = 1916$ Марта 8.5402 ср. Грин. вр.

Эфемериды для 12^h ср. Гринвичскаго времени.

		α vera.	δ vera.	$\log r.$	$\log \Delta.$
1916	Марта 3	$8^h59^m13^s$	$+12^{\circ}4'8$	0.1960	9.7992
	4	59 27	11 33.5		
	5	8 59 44	11 2.3		
	6	9 0 3	10 31.4		
	7	0 25	10 0.6	0.1956	9.8064
	8	0 49	9 30.1		
	9	1 16	8 59.7		
	10	1 45	8 29.7		
	11	2 17	8 0.0	0.1957	9.8155
	12	2 50	7 30.8		
	13	3 26	7 1.9		
	14	4 3	6 33.4		

			α vera.	δ vera.	log r.	log Δ .
1916	Марта	15	9 ^h 4 ^m 43 ^s	6° 5' 3"	0.1963	9.8264
		16	5 24	5 37.9		
		17	6 8	5 10.8		
		18	6 53	4 44.4		
		19	7 41	4 18.3	0.1974	9.8389
		20	8 30	3 52.8		
		21	9 20	3 27.9		
		22	10 12	3 3.5		
		23	11 15	+ 2 39.7	0.1990	9.8530
		27	9 15.7	+ 0 48	0.2014	9.8667
		29	18.1	0 0		
		31	20.5	— 0 46	0.2041	9.8822
	Апрѣля	2	23.0	1 31		
		4	25.6	2 14	0.2073	9.8985
		6	28.4	2 57		
		8	31.2	3 38	0.2109	9.9156
		10	34.1	4 17		
		12	37.1	4 55	0.2148	9.9327
		14	40.3	5 32		
		16	43.5	6 8	0.2192	9.9503
		18	46.8	6 43		
		20	50.1	7 18	0.2240	9.9683
		22	53.6	7 51		
		24	9 57.0	8 22	0.2290	9.9864
		26	10 0.5	8 52		
		28	4.1	9 21	0.2342	0.0046
		30	7.8	9 49		
	Мая	2	10 11.5	— 10 16	0.2397	0.0230

Оглавление. — Sommaire.

Статьи:	ОТР.	Mémoires:	PAG.
Кн. Б. Б. Голицынъ. Къ вопросу объ опредѣленіи эпицентровъ землетрясеній по наблюденіямъ одной сейсмической станціи.	391	*Prince B. Galitzine (Golicyn). Sur la détermination des épicentres des tremblements de terre d'après les données d'une seule station sismique.	391
*В. А. Стенловъ. Теорема замкнутости для полиномовъ Лапласа-Эрмита-Чебышева.	403	W. Stekloff (V. Steklov). Théorème de fermeture pour les polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef.	403
Н. Шадлунъ. О Маржеланопскомъ „пахучемъ“ доломитѣ.	417	*N. Šadlun. Sur le dolomite fétide de Marjelan.	417
А. Благовѣщенскій. Исслѣдованія надъ созрѣваніемъ сѣмянъ. I.	423	*A. Blagověščenskij. Recherches sur la maturation des graines. I.	423
Е. С. Федоровъ. Основной законъ кристаллохиміи.	435	*E. S. Fedorov. La loi fondamentale de la crystallochimie.	435
М. Вильевъ. Комета 1916а.	455	*M. Viljev. La Comète 1916а.	455

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
 Мартъ 1916 г. Непременный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

NOV 29 1922

1916.

4505

№ 7.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

15 АПРѢЛЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

15 AVRIL.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI série) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое іюня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почти, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимается на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задерживать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти отписковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать отписки сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ отписковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ отписковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учреденіямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у комиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 ММ) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

Докладъ о научной дѣятельности нѣкоторыхъ губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій по ихъ отчетамъ преимущественно за 1911—1914 гг.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Историческихъ Наукъ и Филологій 9 марта 1916 г.).

А. Лаппо-Данилевскаго.

I.

Въ 1911 году Его Императорскому Величеству благоугодно было обратить монаршее вниманіе на состояніе архивовъ губернскихъ и уѣздныхъ городовъ имперіи: въ годичномъ собраніи Императорскаго Русскаго Историческаго Общества 18 марта Государь Императоръ поручилъ Обществу обсудить тѣ мѣры, которыми можно было-бы упорядочить дѣло сохраненія архивныхъ матеріаловъ въ мѣстныхъ учрежденіяхъ, чтò существенно отразилось и на послѣдующей дѣятельности губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій.

Во исполненіе Высочайшей воли Августѣйшаго Почетнаго Предсѣдателя Императорскаго Русскаго Историческаго Общества и въ силу Высочайше утвержденнаго 19 февраля 1912 года особаго журнала Совѣта Министровъ, Общество образовало въ своей средѣ Особую Комиссію для приведенія въ ясность положенія мѣстныхъ правительственныхъ архивовъ и находящихся въ нихъ историческихъ матеріаловъ, а также для разработки мѣръ къ сохраненію тѣхъ историческихъ документовъ, которые нуждаются въ охранѣ.

Благодаря Всемилостивѣйше дарованнымъ Его Императорскимъ Величествомъ средствамъ, Императорское Русское Историческое Общество получило также возможность устроить въ 1914 году Съѣздъ представителей губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій и соотвѣствующихъ имъ установленій съ цѣлью выработать рядъ мѣръ, которыя способствовали-бы дальнѣйшей правильной и систематической ихъ работѣ по охранѣ письмен-

ныхъ источниковъ нашей исторіи. Занятія Съѣзда, организація котораго была поручена Особой Комиссіи, происходили съ 6 по 8 мая того же года. Съѣздъ просилъ Августѣйшаго Предсѣдателя Общества Великаго Князя Николая Михайловича повергнуть къ стопамъ Его Императорскаго Величества всеподданнѣйшее ходатайство о принятіи подъ Высочайшее Покровительство всѣхъ губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій и соотвѣтствующихъ имъ установленій, какъ сотрудниковъ Особой Комиссіи по архивной части, а также представить на Высочайшее благовоззрѣніе о всѣхъ ихъ нуждахъ.

Его Императорскому Величеству благоугодно было отнестись съ особо милостивымъ вниманіемъ къ трудамъ Съѣзда, о которыхъ Августѣйшій Предсѣдатель Общества имѣлъ счастье всеподданнѣйше докладывать 29 іюня 1914 года. Государь Императоръ соизволилъ выразить Свое согласіе на принятіе всѣхъ губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій подъ Высочайшее Его Императорскаго Величества Покровительство и поручилъ Его Императорскому Высочеству Великому Князю Николаю Михайловичу обратиться отъ Высочайшаго Его Величества имени: 1) къ Министру Внутреннихъ Дѣлъ съ заявленіемъ, что было бы желательно открыть губернскія ученые архивныя комиссіи по возможности во всѣхъ губерніяхъ, гдѣ до сихъ поръ ихъ не имѣется, и 2) къ Министру Народнаго Просвѣщенія — съ выраженіемъ пожеланія, чтобы въ законодательныя учрежденія внесено было представленіе объ ассигнованіи всѣмъ существующимъ губернскимъ ученымъ архивнымъ комиссіямъ и соотвѣтствующимъ имъ установленіямъ, имѣвшимъ быть на Съѣздѣ 6—8 мая, каждой по 3000 рублей ежегоднаго пособія на наемъ помѣщеній, на приглашеніе лицъ для постоянныхъ занятій и на опубликованіе наиболѣе важныхъ пзъ находящихся у нихъ на храненіи документовъ.

Императорское Русское Историческое Общество сообщило архивнымъ комиссіямъ о такомъ Высочайшемъ соизволеніи, а Особая Комиссія приступила къ исполненію постановленій Съѣзда, хотя и вынуждена была, въ виду условій военнаго времени, отказаться отъ немедленнаго исполненія нѣкоторыхъ пзъ нихъ.

Вышеуказанныя мѣры коснулись, впрочемъ, лишь той стороны дѣятельности архивныхъ комиссій, которая посвящена сохраненію мѣстныхъ архивныхъ матеріаловъ; «разысканіе, описаніе и объясненіе всякихъ другихъ памятниковъ старины», не составляющее «прямой ихъ обязанности», хотя и предусмотрѣнное закономъ, до сихъ поръ происходитъ на прежнихъ основаніяхъ и осталось безъ существенныхъ перемѣнъ (см. Положеніе 1884 г., § 7).

Подъ вліяніємъ нарастающей потребности въ упорядоченіи архивнаго дѣла и въ охранѣ памятниковъ родной старины произошли также нѣкоторыя перемѣны и въ численномъ составѣ губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій: въ настоящее время общее ихъ число возросло до 37; одна изъ нихъ — Кіевская, открытая 28 марта 1914 года, была даже предназначена для трехъ губерній: Кіевской, Подольской и Волынской, съ отдѣлами въ Житомирѣ и Каменцѣ Подольскомъ; другія, возникшія въ указанный періодъ времени и представившія свои отчеты, какъ-то Иркутская, Петроградская и Тульская, были учреждены на основаніи Высочайше утвержденнаго 13 апрѣля 1884 года положенія (§ 2), главнымъ образомъ, для собиранія и приведенія въ порядокъ архивныхъ дѣлъ соотвѣствующихъ губерній, хотя иногда и распространяли свою полезную дѣятельность далеко за предѣлы своего округа, какъ напримѣръ, Иркутская комиссія. Вмѣстѣ съ тѣмъ нѣкоторыя изъ прежнихъ архивныхъ комиссій приобрѣли гораздо болѣе сложную организацію и стали обнаруживать болѣе замѣтную дѣятельность. Въ отчетѣ за 1911—1912 гг. Нижегородская комиссія сообщаетъ, напримѣръ, что ею было образовано нѣсколько «комиссій» для осуществленія предпринятыхъ ею работъ, а именно: редакціонная комиссія и бібліотечная комиссія, отдѣлъ по изслѣдованію древностей губерніи и комитетъ по устройству выставки «Нижегородской старины», а также особый отдѣлъ по вопросу о чествованіи 300-лѣтія событій 1611—1613 гг.; сверхъ того, она принимала участіе, въ лицѣ своихъ представителей, въ комиссіи по разбору «древнихъ» документовъ при губернскомъ правленіи, и въ комитетѣ по управленію художественнымъ и историческимъ музеемъ, а также въ комитетахъ по реставраціи каедральнаго собора и по сооруженію памятника Минину въ Нижнемъ-Новгородѣ. Нѣкоторыя изъ прежнихъ комиссій, нѣсколько ослабѣвшія въ своей дѣятельности, также стали оживляться: въ концѣ 1912 года, напримѣръ, Пермская комиссія, послѣ продолжительнаго перерыва, въ числѣ причинъ котораго не последнее мѣсто занимали событія 1904—1905 гг., снова приступила къ своимъ занятіямъ.

Несмотря на увеличеніе числа и оживленіе дѣятельности архивныхъ комиссій, наступившее въ послѣдніе годы, мнѣ приходится и въ настоящемъ моемъ докладѣ повторить то, что уже высказывалось мною въ предшествующихъ: по представленнымъ 13 архивными комиссіями отчетамъ нельзя судить о дѣятельности всѣхъ комиссій, несомнѣнно развѣвшейся послѣ 18 марта 1911 года. Представленные въ Академію 22 отчета принадлежатъ слѣдующимъ архивнымъ комиссіямъ: Воронежской — за 1910-1911 гг. (1 дек.); Иркутской — за 1911-1912, 1912-1913 и 1913-1914 гг.;

Кіевской — за 1914 г.; Нижегородской — за 1911-1912 и 1912-1913 гг.; Пермской — за 1912-1913 и 1913-1914 гг.; Петроградской — за 1913 г.; Рязанской — за 1911 и 1912 гг.; Симбирской — за 1911 г.; Смоленской — за 1909-1910 г.; Таврической — за 1911 и 1912 гг.; Тамбовской — за 1912, 1913 и 1914 гг.; Тульской — за 1913-1914 гг.; Черниговской — за 1912 и 1913 гг. Такимъ образомъ, при просмотрѣ вышеприведеннаго списка нельзя не замѣтить въ немъ довольно значительныхъ пробѣловъ: въ Академію поступили отчеты, приблизительно, только трети архивныхъ комиссій (13 изъ 37); въ числѣ архивныхъ комиссій, отчеты которыхъ были получены прошлый разъ, нѣтъ: Владимірской, Вятской, Екатеринославской и Оренбургской; да и представленные отчеты не всегда примыкаютъ къ тѣмъ изъ нихъ, которые были присланы въ предшествующее время, на-примѣръ, по комиссіямъ: Нижегородской и Таврической, отчеты которыхъ за 1910-1911 и 1910 годы не были доставлены въ Академію. Тѣмъ не менѣе значительное большинство разсматриваемыхъ отчетовъ относится къ одному и тому-же періоду времени — 1911-1914 гг., когда почти всѣ архивныя комиссіи уже были признаны мѣстными сотрудниками Особой Комиссіи при Императорскомъ Русскомъ Историческомъ Обществѣ по устройству архивнаго дѣла въ Россіи¹.

II.

Благодаря Высочайшему Его Императорскаго Величества покровительству, единовременнымъ пособіямъ, которыя Государю Императору благоугодно было жаловать нѣкоторымъ изъ архивныхъ комиссій по ходатайству Императорскаго Русскаго Историческаго Общества, а также другимъ благопріятнымъ условіямъ дѣятельность ихъ по архивной части нѣсколько оживилась. Всѣ онѣ получили отношеніе Императорскаго Русскаго Историческаго Общества о собраніи свѣдѣній касательно состоянія всѣхъ существующихъ въ ихъ районахъ или губерніяхъ правительственныхъ, общественныхъ и частныхъ архивовъ, по особой приложенной программѣ и, какъ видно изъ представленныхъ отчетовъ, многія изъ нихъ уже въ 1912 году приступили къ вышеозначеннымъ работамъ, результаты которыхъ вскорѣ обнаружались въ болѣе или менѣе подробныхъ обзорѣніяхъ ихъ состоянія, частью рукописныхъ, частью печатныхъ. Черниговская комиссія получила, на-примѣръ, свѣдѣнія о 88 архивахъ, изъ числа которыхъ лишь 10 оказа-

¹ Изъ представленныхъ отчетовъ только одинъ, а именно отчетъ Смоленской губернской ученой архивной комиссіи относится къ 1910-1911 г.

лись въ удовлетворительномъ состояніи; Иркутская осматрѣла архивы нѣсколькихъ волостныхъ правленій и т. п.

Самыя архивныя комиссіи признають «главнѣйшей стороной своей дѣятельности — описаніе и разработку архивнаго матеріала», причемъ, въ силу § 5 Высочайше утвержденнаго положенія 1884 года, обязаны заниматься «разборомъ» самихъ дѣлъ и документовъ, предназначенныхъ къ уничтоженію. Дѣйствительно, многія изъ архивныхъ комиссій самоотверженно отдаются такой работѣ въ собственныхъ своихъ «историческихъ архивахъ» и другихъ мѣстныхъ хранилищахъ: предсѣдатель Нижегородской комиссіи А. Я. Садовскій «разобралъ», напримѣръ, въ теченіе одного изъ отчетныхъ годовъ, свыше 1000 «древнихъ актовъ и документовъ»; члены Смоленской архивной комиссіи — Г. І. Васплевскій, Д. Н. Розовъ и А. К. Бельтсонъ просмотрѣли до 730 дѣлъ, находящихся въ Коньтинской башнѣ; предсѣдатель и члены Таврической архивной комиссіи А. И. Маркевичъ, А. И. Сѣпицкій и В. А. Николаевскій знакомились съ дѣлами Таврическаго губернскаго правленія; членъ Черниговской архивной комиссіи Е. А. Корноуховъ приступилъ къ разбору «дѣлъ военныхъ разныхъ полковъ», хранимыхъ въ архивѣ губернскаго правленія, и т. п. Такой просмотръ не только обезпечиваетъ болѣе правильную научную оцѣнку дѣлъ, часто очень затруднительную, если довольствоваться однѣми канцелярскими описями, но и ведетъ иногда къ открытіямъ: члену Кіевской комиссіи И. М. Каманину, пересмотрѣвшему 1492 дѣла Кіевской казенной палаты, напримѣръ, удалось найти, среди нихъ двѣ книги Румянцевской описи Малороссіи Кіевского и Переяславскаго полковъ и цѣлый рядъ другихъ важныхъ документовъ по исторіи края.

Впрочемъ, архивныя комиссіи не всегда могутъ строго придерживаться § 5 Высочайше утвержденнаго положенія 1884 года и, вмѣсто просмотра архивныхъ дѣлъ, судятъ о нихъ по описямъ, далеко не отличающимся совершенствомъ: Рязанская архивная комиссія, напримѣръ, на основаніи описей Московскаго коммерческаго суда, всего 1020 дѣлъ за 1837—1839 гг. и 528 дѣлъ за 1833—1845 гг., касавшихся взысканій и несостоятельности разныхъ фирмъ и т. п., пришла къ заключенію, что ни одно изъ нихъ не имѣетъ «научнаго значенія». Правильному разбору архивныхъ фондовъ нерѣдко мѣшаютъ слишкомъ широкій районъ дѣятельности комиссій, а также отсутствіе у нихъ надлежащаго помѣщенія и подготовленныхъ работниковъ. Въ противоположность тѣмъ архивнымъ комиссіямъ, которыя имѣли возможность ограничить кругъ ея предѣлами одной своей губерніи или, подобно Нижегородской, постепенно сосредоточились на немъ, другія

до сихъ поръ вѣдаютъ болѣе значительныя области: Рязанская комиссія, напримѣръ, давала свои заключенія по описямъ дѣлъ, представленнымъ Московскимъ губернскимъ правленіемъ, Московской главной таможенной и другими учрежденіями; Тамбовская комиссія просматривала описи Бакинско-й казенной палаты; Черниговская комиссія знакоилась съ описями дѣлъ, присланными изъ различныхъ присутственныхъ мѣстъ Кіевской, Подольской, Волынской и Минской губерній; Иркутская комиссія сносилась съ начальниками всѣхъ вообще сибирскихъ губерній и т. п. Въ такихъ случаяхъ архивныя комиссіи, очевидно, не могутъ заниматься разборомъ архивныхъ дѣлъ и должны ограничиваться просмотромъ ихъ описей, хотя самыя готовы признать его недостаточнымъ. Состоящая при Петроградской архивной комиссіи «особая комиссія» пришла, напримѣръ, къ заключенію, что «опредѣлить на основаніи только описей, какія изъ предназначенныхъ къ уничтоженію дѣлъ могутъ имѣть въ будущемъ научное значеніе и какія — нѣтъ, невозможно», и нашла, что «она не въ состояніи категорически, по существу, опредѣлить, какія дѣла изъ внесенныхъ въ описи подлежащимъ уничтоженію дѣламъ правительственныхъ учрежденій Ямбургскаго уѣзда нужно хранить и какія — нѣтъ, безъ разсмотрѣнія самыхъ дѣлъ». Въ еще болѣе тяжеломъ положеніи находятся архивныя комиссіи, просматривающія описи дѣлъ касательно такихъ мѣстностей, которыя имѣютъ свое, отличное отъ ихъ губерній, историческое прошлое и свои особенности: Черниговская архивная комиссія, напримѣръ, признала «затруднительнымъ давать заключеніе о дѣлахъ по описямъ кіевскихъ, подольскихъ, волынскихъ и минскихъ учрежденій». Труды подобнаго рода еще болѣе задерживаются изъ-за недостатка въ приспособленныхъ для нихъ помѣщеній и въ подготовленныхъ работникахъ: большинство архивныхъ комиссій еще не имѣетъ своихъ собственныхъ помѣщеній да и постоянныхъ работниковъ, которые могли бы производить въ нихъ разборку дѣлъ, не получили еще возможности устроить и собственные архивы, въ которыхъ они могли-бы храниться согласно правиламъ архивнаго дѣла. Нѣкоторыя архивныя комиссіи, правда, уже успѣли организовать такія хранилища: Нижегородская и Воронежская комиссія, напримѣръ, располагаютъ извѣстными помѣщеніями и успѣшно работаютъ надъ описаніемъ поступающихъ въ нихъ рукописей; Пермская комиссія также содержитъ въ настоящее время свой историческій архивъ въ лучшемъ видѣ. Большинство архивныхъ комиссій находится, однако, въ гораздо менѣе благоприятномъ положеніи: онѣ пользуются временными помѣщеніями, подобно Кіевской, или вовсе лишены возможности надлежащимъ образомъ хранить свои бумаги: Тамбовская комиссія, напримѣръ, вынуждена была

сложить всѣ связки архивныхъ неразобранныхъ своихъ дѣлъ въ «подвалъ Коннозаводскаго собранія». Въмѣстѣ съ тѣмъ нельзя не замѣтить, что, даже при наличности достаточныхъ помѣщеній для губернскихъ историческихъ архивовъ, послѣдніе могли-бы получить надлежащее устройство лишь при учрежденіи постоянныхъ должностей архиваріусовъ, которыя, при извѣстномъ матеріальномъ обезпеченіи, должны были-бы замѣщаться людьми, знающими архивное дѣло; сами архивныя комиссіи, напримѣръ, Черниговская указываютъ на необходимость созданія такихъ должностей.

Образованіе губернскихъ историческихъ архивовъ сопряжено съ перевозкой дѣлъ, которая также могла-бы быть облегчена. Саратовская архивная комиссія уже обратилась въ Министерство Путей Сообщенія съ ходатайствомъ о примѣненіи льготнаго тарифа къ перевозкѣ въ архивныя комиссіи дѣлъ изъ разныхъ учреждений по желѣзнымъ дорогамъ, такъ какъ въ номенклатурѣ перевозимыхъ по нимъ грузовъ не имѣется рубрики для старыхъ архивныхъ дѣлъ. Примѣру Саратовской архивной комиссіи послѣдовала Рязанская.

Несмотря на такія условія, нѣкоторымъ изъ архивныхъ комиссій удалось содѣйствовать сохраненію архивныхъ фондовъ, принадлежащихъ правительственнымъ учрежденіямъ: Черниговская комиссія высказалась въ пользу сохраненія значительнаго числа дѣлъ Кіевской казенной палаты 1782—1863 гг., представляющихъ большой интересъ для исторіи края; Рязанская комиссія возбудила вопросъ объ охранѣ архивовъ мѣстныхъ уѣздныхъ предводителей дворянства; Иркутская комиссія приняла мѣры къ перемѣщенію въ Иркутскъ дѣлъ, находившихся въ г. Киренскѣ и восходившихъ частью къ 1727 году, частью къ еще болѣе «отдаленному времени», и т. п. Въмѣстѣ съ тѣмъ архивныя комиссіи не могли остаться равнодушными къ тѣмъ домашнимъ, преимущественно дворянскимъ архивамъ, которыми нерѣдко грозитъ гибель: Нижегородская комиссія хранитъ, напримѣръ, документы архивовъ: Марковниковыхъ, Саламыковыхъ, «Шереметьевыхъ» (с. Богородскаго), Латухина, с. Мурашкина, с. Толмачева; Симбирская комиссія — архивы Таушева, Палтусова и Волкова; Тамбовская — архивы Канкриныхъ-Ламбертъ-Сухтеленъ; Тульская комиссія, возбудившая анкету касательно вотчинныхъ архивовъ, рѣшила приобрести покупкою архивы Іевлевыхъ и Авдѣевыхъ и т. п.

Къ сожалѣнію мѣстныя правительственныя учрежденія не всегда своевременно увѣдомляютъ архивныя комиссіи о предстоящемъ уничтоженіи дѣлъ, что лишаетъ ихъ возможности принять мѣры къ ихъ сохраненію, если-бы таковыя оказались нужными: Пермская архивная комиссія сооб-

щаетъ, напримѣръ, что Уральское горное правленіе подвергло уничтоженію до 41.240 дѣлъ, относящихся къ 1722 — 1863 годамъ, безъ заключенія комиссіи.

III.

Высочайше утвержденное положеніе 1884 года предусматриваетъ и другія занятія архивныхъ комиссій: оно предоставляетъ имъ право, независимо отъ прямой своей обязанности, заниматься «разысканіемъ, описаніемъ и объясненіемъ всякихъ другихъ памятниковъ старины» (§ 7). Въ настоящее время архивныя комиссіи широко пользуются такимъ правомъ: большинство изъ нихъ занимается археологическими работами; результаты нѣкоторыхъ изъ нихъ указаны и въ разбираемыхъ отчетахъ.

Въ самомъ дѣлѣ, вышепозванные архивныя комиссіи продолжали заботиться объ охранѣ мѣстныхъ древностей и заниматься раскопками, что позволяло имъ обогащать свои музеи вновь найденными предметами. Нижегородская комиссія образовала даже «особый отдѣлъ по изученію и охранѣ памятниковъ древностей губерніи»; Таврическая комиссія обсуждала сообщеніе Ставропольской комиссіи, возбудившей вопросъ объ изданіи закона, который предупреждалъ-бы уничтоженіе памятниковъ древности при разнаго рода сооруженіяхъ, въ особенности дорожныхъ, и пріостановила производство частными лицами хищническихъ раскопокъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, напримѣръ, въ урочищѣ Бакла близъ села Мангуши Симферопольскаго уѣзда; Рязанская комиссія пополняла имѣющійся у нея списокъ старинныхъ церквей, построенныхъ во второй половинѣ XVIII вѣка, хотя и отказалась, въ виду установленія непосредственныхъ сношеній духовной консисторіи съ Императорскою Археологическою Комиссіей, отъ дачи заключеній по ремонту и разрушенію древнихъ храмовъ; Смоленская комиссія съ особеннымъ вниманіемъ отнеслась къ вопросу объ охраненіи Смоленской крѣпостной стѣны и т. п.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, нѣкоторыя изъ архивныхъ комиссій предпринимали и кое-какія изслѣдованія. Иркутская комиссія командировала, напримѣръ, нѣкоторыхъ изъ своихъ членовъ на Ангара (разъѣздъ «Китой» и др.), гдѣ имъ удалось найти многіе предметы преимущественно «неолитическаго» періода, между прочимъ нѣсколько вещей изъ «печрита»; Воронежская комиссія приступила къ раскопкамъ въ урочищѣ «Частые Курганы» близъ города Воронежа: въ одномъ изъ кургановъ (№ 3) найдена была весьма цѣнная серебряная, со слѣдами позолоты, ваза съ изображеніями трехъ паръ скотовъ, сидящихъ на камняхъ, сходная съ извѣстною Кульобской

вазой, а также другіе предметы, заслуживающіе вниманія; Смоленская комиссія разрыла холмъ на Смядыни, подъ которымъ оказались развалины стѣпъ небольшого храма, «судя по кирпичной кладкѣ и фрескамъ—большой древности»; Черниговская комиссія продолжала обследованіе городища возлѣ села Выползова, гдѣ сохранились культурные остатки «славянской эпохи», и т. п.

Благодаря такимъ разслѣдованіямъ, а также болѣе или менѣе случайнымъ пріобрѣтеніямъ и пожертвованіямъ архивныя комиссіи могли пополнять свои музеи, причемъ уже стали обращать вниманіе и на другіе способы, напримѣръ, на экскурсіи или приглашеніе особыхъ агентовъ изъ среды мѣстнаго населенія, которые могли-бы доставлять имъ различные предметы. Несмотря на ограниченность силъ и средствъ большинства архивныхъ комиссій, нѣкоторыя изъ нихъ уже получили возможность придать своимъ музеямъ болѣе прочную организацію. Симбирская комиссія сосредоточила свою дѣятельность на вопросѣ о сооруженіи историко-археологическаго музея въ память И. А. Гончарова, на которое въ теченіе года съ небольшимъ, ей удалось собрать по подлиннкѣ свыше 52.000 рубл.; Воронежская комиссія занята была постройкой «Воронежскаго губернскаго музея» и даже приступила къ изданію особаго «Вѣстника», въ которомъ она даетъ отчетъ о ходѣ этихъ работъ; Черниговская комиссія устраивала музеи, съ 1909 года соединенный съ городскимъ историческимъ музеемъ и привлечшій въ 1912—1913 годахъ около 3.000 посѣтителей. Потребность въ такихъ учрежденіяхъ чувствуется и въ другихъ мѣстахъ: Таврическая комиссія получила, напримѣръ, въ 1911 году отъ земства 2.000 рубл. «на сооруженіе музея древностей»; Нижегородская комиссія выдвинула «вопросъ о спеціальному приспособленномъ именно для музея зданіи» и т. п. Возникновеніе мѣстныхъ музеевъ тѣмъ болѣе желательно, что оно будетъ способствовать болѣе тщательному сохраненію предметовъ, иногда даже вывозимыхъ за границу: Черниговская комиссія свидѣтельствуетъ, напримѣръ, о сильномъ развитіи спроса на старинныя вещи со стороны частныхъ собирателей и о «громадномъ» вывозѣ русскихъ древностей за границу.

Въ числѣ другихъ археологическихъ работъ, производившихся архивными комиссіями, отмѣтимъ слѣдующія: Нижегородская и Смоленская комиссіи готовили матеріалы для составленія археологическихъ картъ своихъ губерній; кромѣ того, Нижегородская комиссія озабочена была изданіемъ каталога предметовъ древности, хранимыхъ въ ея музеѣ, а Черниговская составила новый каталогъ своихъ коллекцій, который и сдала въ печать въ 1914 году.

Въ предшествующихъ докладахъ мнѣ приходилось еще указывать и на этнографическія изслѣдованія, производившіяся нѣкоторыми изъ архивныхъ комиссій. Въ настоящее время имъ стала заниматься и Воронежская комиссія: члены ея собирали народныя пѣсни, «зарисовывали головные уборы и типы крестьянъ данной мѣстности» и т. п.¹

При производствѣ подобнаго рода археологическихъ и этнографическихъ работъ фотографія, разумѣется, можетъ оказывать самые разнообразные услуги и вмѣстѣ съ археологическими картами содѣйствуетъ сохраненію древностей или, по крайней мѣрѣ, точныхъ свѣдѣній о нихъ: Нижегородская комиссія предприняла систематическое, по выработанной программѣ, фотографированіе, съ разрѣшенія пачальника губерніи, нижегородскихъ древностей; Тульская комиссія также «заказала» фотографическіе снимки съ различныхъ памятниковъ мѣстной старины; другія, архивныя комиссіи, однако, еще недостаточно пользуются такимъ научнымъ средствомъ, на что указываютъ, напримѣръ, вышеприведенныя свѣдѣнія объ этнографическихъ работахъ нѣкоторыхъ изъ членовъ Воронежской комиссіи.

Въ числѣ учреждений, составляющихъ предметъ заботъ архивныхъ комиссій, нельзя не упомянуть также о ихъ библіотекахъ. Пополненіе ихъ, къ сожалѣнію, производится не столько систематически, сколько довольно случайно, что, разумѣется, обусловлено недостаткомъ средствъ и силъ. Впрочемъ, нѣкоторыя архивныя комиссіи, напримѣръ, Иркутская обращались непосредственно къ директору Археологическаго Института съ просьбой выслать имъ наложнымъ платежемъ «такое сочиненіе по иконографіи и лекціи по археологіи, которыя служили бы указателями для ея работъ», а также, бесплатно, тѣ руководства, которыя, по мнѣнію директора, были-бы «полезны комиссіи въ ея дѣятельности на пользу науки вообще». Другія архивныя комиссіи, напримѣръ, Черниговская, признали полезнымъ принять предложеніе Пензенской комиссіи объ обмѣнѣ съ нею дубликатами. Тѣмъ не менѣе многія архивныя комиссіи рѣдко сами приобрѣтаютъ книги (напримѣръ, Черниговская въ 1913 году купила 1 книгу) и принуждены довольствоваться болѣе или менѣе случайными пожертвованіями: Тамбовская комиссія заявляетъ, напримѣръ, что «подборъ книгъ для ея библіотеки, какъ почти во всѣхъ комиссіяхъ, носитъ случайный характеръ; нѣтъ ни одного цѣлаго систематически подобранаго отдѣла»; поэтому библіотека

¹ Въ нѣкоторой связи съ этнографическими наблюденіями находится и изученіе мѣстныхъ географическихъ названій, до сихъ поръ, однако, мало обращавшее на себя вниманіе архивныхъ комиссій: изъ представленныхъ отчетовъ видно, впрочемъ, что Тульская комиссія уже образовала цѣлую подкомиссію по изученію географическихъ названій губерніи.

вышеназванной комиссіи, «несмотря на значительное количество имѣющихся въ ея распоряженіи книгъ, тѣмъ не менѣе не оправдываетъ своего назначенія». Книжные собранія нѣкоторыхъ архивныхъ комиссій все же оказываются довольно значительными: въ библіотекѣ Рязанской комиссіи числятся, напримѣръ, около 13.000, въ Пермской — около 10.000 книгъ; притомъ, нѣкоторыя изъ комиссій особенно заботятся объ образованіи тѣхъ фондовъ, которые имѣютъ ближайшее отношеніе къ мѣстной исторіи: Рязанская комиссія, напримѣръ, выдѣлила изъ общаго завѣдыванія особый отдѣлъ «Рязаніана». Въ связи съ попытками подобнаго рода находятся и работы по составленію библіографическихъ указателей книгъ, статей и замѣтокъ, касающихся исторіи даннаго края, въ родѣ того, напримѣръ, который составляется Нижегородской комиссіей.

Помимо вышеуказанныхъ работъ по устройству, пополненію, храненію и описанію разнообразныхъ письменныхъ и вещественныхъ памятниковъ старины дѣятельность архивныхъ комиссій продолжала обнаруживаться на засѣданіяхъ ихъ членовъ, въ предпринимаемыхъ ими изданіяхъ, въ организаціи выставокъ и въ другихъ работахъ.

Нѣкоторыя архивныя комиссіи собиравлись довольно часто: Нижегородская комиссія, напримѣръ, въ теченіе отчетныхъ годовъ, имѣла 11 — 12 засѣданій, на которыхъ читано было до 52 — 63 докладовъ и сообщеній, причемъ посѣщаемость собранія, среднимъ числомъ, доходила въ послѣдній годъ (1913) почти до 30 человекъ; другія архивныя комиссіи, хотя и устраивали достаточное число засѣданій, напримѣръ, Воронежская и Пермская по 9 разъ, но обсуждали меньшее число докладовъ, привлекавшихъ и меньшее число посѣтителей. Нѣкоторыя изъ такихъ засѣданій посвящались памяти извѣстныхъ событій и лицъ: Иркутская, Тамбовская и Тульская комиссіи, напримѣръ, устроили торжественныя собранія въ память трехсотлѣтняго юбилея дома Романовыхъ; Рязанская, Таврическая, Тамбовская и Тульская праздновали столѣтній юбилей Отечественной войны; Таврическая и Черниговская — пятидесятилѣтній юбилей освобожденія крестьянъ; кромѣ того Нижегородская и Таврическая имѣли по одному засѣданію, посвященному празднованію 25-лѣтія со дня своего основанія. Вмѣстѣ съ тѣмъ нѣкоторыя архивныя комиссіи организовали засѣданія въ память извѣстныхъ лицъ, напримѣръ: Нижегородская — въ память кончины св. патріарха Гермогена, Тульская — въ память М. В. Ломоносова и П. С. Палласа, Воронежская — въ память Н. И. Костомарова и И. С. Никитина, Тульская — въ память М. Ю. Лермонтова и М. Е. Салтыкова.

Кромѣ засѣданій, архивныя комиссіи проявляли свою дѣятельность и

въ издаші своихъ трудовъ, иногда довольно напряженномъ: въ теченіе 1912 года Нижегородская комиссія, напрімѣръ, напечатала свыше 93 листовъ, въ томъ числѣ юбилейные сборники, посвященные знаменательнымъ событіямъ 1611—1613 годовъ и реформѣ 19 февраля, а въ 1913 году свыше 85 листовъ, въ томъ числѣ юбилейные сборники въ память трехсотлѣтія царствованія Романовыхъ и столѣтія Отечественной войны; Воронежская, Иркутская, Рязанская, Тульская и Черниговская комиссіи издавали свои «Труды», Тамбовская — «Извѣстія», Смоленская — «Смоленскую Старину» и т. д. Въ числѣ подготавливаемыхъ къ печати матеріаловъ слѣдуетъ отмѣтить работы Нижегородской и Тульской комиссій по изданію относящихся къ нимъ писцовыхъ книгъ: изученіе ихъ всего лучше могло бы подвигаться впередъ при содѣйствіи мѣстныхъ научныхъ силъ. Впрочемъ, и въ такихъ предіриятіяхъ архивныя комиссіи были вынуждены постоянно считаться съ ограниченностью своихъ средствъ: Воронежская комиссія, напрімѣръ, должна была отказаться отъ дальнѣйшаго изданія своихъ «Трудовъ» и приостановить печатаніе «Описанія древнихъ Воронежскихъ актовъ» В. Н. Тевяшева, систематическаго указателя къ древнимъ Воронежскимъ актамъ А. И. Милюткина и т. п.; Рязанская комиссія была значительно стѣснена въ средствахъ, такъ какъ губернская типографія, печатавшая ея «Труды», бесплатно въ теченіе 25 лѣтъ, потребовала въ 1912 году хотя бы «минимальнаго» вознагражденія и т. п.

Въ числѣ различныхъ научныхъ или научно-популярныхъ предіриятій архивныхъ комиссій нельзя не упомянуть и объ устройствѣ выставокъ, большею частью имѣвшихъ замѣтныи успѣхъ. Воронежская комиссія, напрімѣръ, устроила «историко-археологическую и художественную» выставку памяти Н. И. Костомарова, причемъ нѣкоторые рукописные матеріалы, касающіеся его біографіи, нашлись въ Воронежѣ во время подготовительныхъ работъ; священникъ С. Е. Звѣревъ составилъ подробный систематическій указатель выставки; отъ продажи входныхъ билетовъ, каталоговъ, портретовъ и проч. было выручено 818 руб. 49 коп., не считая пожертвованій; та же комиссія организовала еще выставку, посвященную памяти И. С. Никитина. Иркутская комиссія также открыла выставку предметовъ мѣстной старины, рукописей и книгъ, вещей, принадлежавшихъ нѣкоторымъ изъ декабристовъ, предметовъ бурятскаго обихода и т. п.; выставку посетило болѣе 1000 человекъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ архивныя комиссіи заботились о сооруженіи памятниковъ или принимали въ немъ участіе и такимъ образомъ содѣйствовали оживленію интереса мѣстнаго общества къ событіямъ и лицамъ, имѣв-

шимъ отношеніе къ исторіи края. Тамбовская комиссія занята была, напри-
мѣръ, постройкой часовни-стѣни надъ колодцемъ близъ села Романова —
бывшей вотчины первыхъ бояръ Романовыхъ; Тульская комиссія послала
своихъ представителей въ село Русатино на освященіе памятника А. Т. Бо-
лову и т. п.

IV.

Вообще, судя по представленнымъ въ Академію отчётамъ, нѣкоторыя
изъ архивныхъ комиссій проявили довольно значительную дѣятельность,
въ особенности Нижегородская, Воронежская, Тульская и Черниговская,
а также Рязанская и Иркутская. Многіе мѣстные дѣятели посвящали свои
силы такимъ работамъ: свящ. С. Е. Звѣревъ — въ Воронежѣ, М. М.
Щуцкій и М. П. Овчинниковъ — въ Иркутскѣ; А. Я. Садовскій, а
также С. М. Парійскій и Н. И. Драницынъ — въ Нижнемъ-Новгородѣ;
П. И. Проходцевъ — въ Рязани; П. Л. Мартыновъ — въ Симбирскѣ;
А. И. Маркевичъ — въ Симферополѣ; В. С. Арсеньевъ — въ Тулѣ;
В. Л. Модзалевскій и Е. А. Корноуховъ — въ Черниговѣ.

Просвѣщенное отношеніе духовныхъ и свѣтскихъ властей также спо-
собствовало развитію научной дѣятельности архивныхъ комиссій: архіепп-
скопъ Иркутскій Серафимъ обѣщаль мѣстной комиссіи оказать содѣйствіе
поддержанію религіозно-историческихъ памятниковъ въ предѣлахъ Иркутской
епархіи и разрѣшилъ комиссіи воспользоваться для устраиваемой ею вы-
ставки церковно-археологическими предметами, находящимися въ мѣстныхъ
храмахъ и монастыряхъ; преосвященный Дмитрій разрѣшилъ Рязанской
комиссіи помѣстить въ своемъ музеѣ царскія врата иконы изъ церкви села
Федотьева Спасскаго уѣзда; гр. П. Н. Апраксинъ, бывшій председатель
Воронежской комиссіи и непремѣнный попечитель Таврической комиссіи,
принималъ живое участіе въ ихъ дѣятельности; Иркутскій городской голова
К. М. Жбановъ предоставилъ мѣстной комиссіи зданіе городской управы
для занятій и засѣданій и устроилъ помѣщеніе для ея библіотеки, музея и
старинныхъ дѣлъ.

Скудные средства, которыми располагають архивныя комиссіи, не
даютъ имъ возможности, однако, правильно вести столь разнообразныя ра-
боты: кромѣ Высочайше жалуемыхъ единовременныхъ денежныхъ пособій,
лишь немногія изъ нихъ, пользовались болѣе или менѣе значительными пра-
вительственными субсидіями отъ министерства внутреннихъ дѣлъ, а именно:
Тамбовская въ размѣрѣ 1.000 рубл. и Тульская — въ размѣрѣ 700 рубл.,
обѣ въ 1914 году; почти всѣ остальные получали изъ того-же министерства

лишь обычные 200 рубл. Большинство архивных комиссий пользовалось, кроме того, пособиями, выдаваемыми имъ земскими и городскими учреждениями, напримеръ, Воронежская, Пермская, Рязанская, Симбирская, Таврическая и Черниговская. Въ некоторыхъ случаяхъ частныя лица приходили на помощь архивнымъ комиссиямъ: Воронежскій губернский предводитель дворянства А. И. Алехинъ пожертвовалъ, напримеръ, мѣстной комиссіи 500 рубл. на изданіе матеріаловъ, касающихся участія Воронежскаго дворянства въ Отечественной войнѣ; гр. С. А. Строгановъ принесъ въ даръ Пермской комиссіи 300 рублей; Абякимъ Куламетъ Эфенди передалъ Таврической комиссіи «пожертвованіе незнакомца» въ размѣрѣ 200 рубл.; княгиня М. К. Тенишева предоставила Смоленской комиссіи средства на производство раскопокъ и на обстановку канцеляріи; исполняющій должность Рязанскаго губернатора князь А. Н. Оболенскій принялъ на себя расходы по капитальному ремонту всего помѣщенія Рязанской комиссіи и ея музея и т. п.

Тѣмъ не менѣе средства многихъ архивныхъ комиссій оставались крайне ограниченными: Иркутская комиссія, напримеръ, въ теченіе первыхъ полутора лѣтъ своего существованія, не имѣла денегъ «даже на приобрѣтеніе канцелярскихъ принадлежностей и на переписку бумагъ»; Петроградская комиссія исчисляла свой приходъ въ 1913 году въ размѣрѣ 442 рубл. и закончила годъ съ остаткомъ въ 208 рубл. 52 коп.; Тамбовская комиссія заприходовала въ 1913 году 515 рубл. 4 коп. и, за вычетомъ произведеннаго расхода, осталась при 75 рубл. 19 коп. и т. п. Такое положеніе нельзя признать нормальнымъ, а между тѣмъ оно вредно отражается на дѣятельности архивныхъ комиссій: за недостаткомъ средствъ онѣ часто стѣснены помѣщеніемъ, не могутъ надлежащимъ образомъ устроить свои музеи и архивы, не въ состояніи содержать платныхъ работниковъ, которые могли-бы специально заниматься каталогизированіемъ вещественныхъ и письменныхъ памятниковъ древности, и удѣлять время для ихъ осмотра и просмотра, не имѣютъ свободныхъ суммъ для производства описаній матеріаловъ и правильного изданія своихъ трудовъ.

Задача ближайшаго будущаго — обезпечить архивныя комиссіи материальными средствами, нужными для того, чтобы дать возможность мѣстнымъ дѣятелямъ приступить къ правильной организованной научной работѣ, посвященной живому изученію памятниковъ родной старины.

Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène.

Par A. Liapounoff (Liapunov).

Première Partie.

(Présenté à l'Académie le 2/15 mars 1916).

Étant considérée une masse fluide hétérogène dont les éléments s'attirent mutuellement suivant la loi de Newton, et dont la surface est soumise à une pression constante, si cette masse se trouve en une rotation uniforme autour d'un axe fixe comme un corps solide, peut-elle conserver une figure peu différente d'un ellipsoïde quand la densité est supposée ne varier au sein du liquide qu'entre des limites assez étroites?

Cette question faisait l'objet de mes recherches pendant les deux dernières années, et je suis parvenu à la résoudre complètement dans des hypothèses très générales.

Je ferai connaître les résultats de ces recherches dans un Mémoire que je me propose de publier prochainement. Quant à présent, je veux attirer l'attention sur une nouvelle méthode pour traiter la question dans le cas d'un liquide homogène, méthode qui m'a été inspirée par les recherches dont je viens de parler, et qui n'est au fond que l'application au cas particulier d'un liquide homogène des considérations générales qui se présentent d'elles-mêmes dans le cas d'un liquide hétérogène.

Cette méthode mérite d'être signalée, puisqu'elle donne des renseignements sur les propriétés très cachées des fonctions qui figurent dans la solution du problème. C'est ainsi qu'elle permet d'établir d'une manière générale une proposition (sur les degrés de certaines fonctions entières) indiquée comme vraisemblable dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures*

d'équilibre peu différentes des ellipsoïdes d'une masse liquide homogène douée d'un mouvement de rotation (n° 48).

I. En reprenant les notations que nous avons employées dans le Travail qui vient d'être cité, considérons un ellipsoïde singulier E_0 à demi-axes

$$\sqrt{\rho + 1}, \quad \sqrt{\rho + q}, \quad \sqrt{\rho}$$

et la série de figures d'équilibre non ellipsoïdales qui en dérive.

Pour représenter la surface d'une telle figure, partons des équations que nous avons admises dans la quatrième Partie du Travail cité; mais à présent écrivons-les comme il suit:

$$\begin{aligned} x &= \sqrt{1 + \zeta} \sqrt{\rho + 1} \sin \theta \cos \psi, \\ y &= \sqrt{1 + \zeta} \sqrt{\rho + q} \sin \theta \sin \psi, \\ z &= \sqrt{1 + \zeta} \sqrt{\rho} \cos \theta, \end{aligned}$$

en réservant la notation ζ pour une fonction plus générale, qui sera définie plus loin.

Dans ces équations, ζ est une fonction de θ et ψ dépendant d'un certain paramètre α , et nous avons vu que ce paramètre peut être choisi de telle manière qu'on ait

$$(1) \quad \zeta = \zeta_1 \alpha + \zeta_2 \alpha^2 + \zeta_3 \alpha^3 + \dots,$$

la série du second membre étant absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ , tant que $|\alpha|$ est assez petit.

Les coefficients ζ_i de cette série sont des fonctions rationnelles entières des arguments

$$\sin \theta \cos \psi, \quad \sin \theta \sin \psi, \quad \cos \theta,$$

mais, sans nuire à la généralité, on peut supposer que ce soient des fonctions entières de deux arguments: $\sin \theta \cos \psi$ et $\cos \theta$, paires par rapport à $\cos \theta$ et paires ou impaires par rapport à $\sin \theta \cos \psi$, suivant les cas, et nous le supposerons toujours dans la suite.

Les degrés de ces fonctions dépendent du choix de l'ellipsoïde E_0 , qui est caractérisé par une équation transcendante entre ρ et q , représentée, avec les notations que nous avons adoptées, par

$$T_{m, 2k} = 0,$$

où m est un entier quelconque plus grand que 2 et k est un entier positif ou nul, ne dépassant pas m et tel que $m - k$ soit un nombre pair. Dans le cas où E_0 est un ellipsoïde de Jacobi (cas où $q < 1$), on aura toujours $k = m$ et, dans le cas où c'est un ellipsoïde de Maclaurin (cas où $q = 1$), k pourra avoir toute valeur de la suite

$$m, \quad m - 2, \quad m - 4, \quad \dots$$

Cela étant, le degré de la fonction $\tilde{\zeta}_i$ par rapport à $\sin \theta \cos \psi$ et $\cos \theta$ sera égal à mi , et, par rapport à $\sin \theta \cos \psi$, ce sera une fonction paire ou impaire, selon que le nombre mi est pair ou impair.

Ajoutons que, si E_0 est un ellipsoïde de Maclaurin, les $\tilde{\zeta}_i$ se réduiront à des fonctions entières de ces deux arguments:

$$\sin^k \theta \cos k \psi \quad \text{et} \quad \cos^2 \theta.$$

Tels seront supposés, dans ce qui suit, les coefficients $\tilde{\zeta}_i$ de la série (1).

2. Pour ce qui va suivre, il est nécessaire de présenter les équations de la surface d'une figure d'équilibre sous une forme un peu différente de la forme précédente et, pour cette nouvelle forme, nous prendrons la suivante:

$$(2) \quad \begin{cases} x = \sqrt{1 + \tilde{\zeta}} \sqrt{\rho + 1} \sin \theta \cos \psi + \beta \sqrt{\rho + 1}, \\ y = \sqrt{1 + \tilde{\zeta}} \sqrt{\rho + q} \sin \theta \sin \psi, \\ z = \sqrt{1 + \tilde{\zeta}} \sqrt{\rho} \cos \theta, \end{cases}$$

où β est une constante qui sera supposée être suffisamment petite en valeur absolue. Cette constante sera une fonction de α , s'annulant pour $\alpha = 0$, que nous apprendrons à calculer plus loin.

En supposant que les fonctions $\tilde{\zeta}_i$ soient connues, $\tilde{\zeta}$ sera une fonction connue de θ , ψ , α et l'on pourra en déduire $\tilde{\zeta}$ comme fonction de θ , ψ , α , β . Pour cela, il suffit d'éliminer θ' et ψ' entre les équations

$$\begin{aligned} \sqrt{1 + \tilde{\zeta}'} \sin \theta' \cos \psi' &= \sqrt{1 + \tilde{\zeta}} \sin \theta \cos \psi + \beta, \\ \sqrt{1 + \tilde{\zeta}'} \sin \theta' \sin \psi' &= \sqrt{1 + \tilde{\zeta}} \sin \theta \sin \psi, \\ \sqrt{1 + \tilde{\zeta}'} \cos \theta' &= \sqrt{1 + \tilde{\zeta}} \cos \theta, \end{aligned}$$

où $\tilde{\zeta}'$ est ce que devient $\tilde{\zeta}$ en y remplaçant θ et ψ par θ' et ψ' .

Posons

$$\frac{\beta}{\sqrt{1 + \tilde{\zeta}}} = v.$$

Alors ces équations donneront

$$(3) \quad \frac{1+\tilde{\zeta}'}{1+\tilde{\zeta}} = 1 + 2v \sin \theta \cos \psi + v^2,$$

$$\sin \theta' \cos \psi' = \frac{\sin \theta \cos \psi + v}{\sqrt{1 + 2v \sin \theta \cos \psi + v^2}},$$

$$\cos \theta' = \frac{\cos \theta}{\sqrt{1 + 2v \sin \theta \cos \psi + v^2}}.$$

Or, d'après les deux dernières formules, $\tilde{\zeta}'$ devient une fonction connue de $\sin \theta \cos \psi$, $\cos \theta$ et v . Désignons-la, ne mettant en évidence que le dernier argument, par $\tilde{\zeta}(v)$. L'équation (3) deviendra

$$v^2 = \beta^2 \frac{1 + 2v \sin \theta \cos \psi + v^2}{1 + \tilde{\zeta}(v)},$$

et c'est le résultat cherché de l'élimination de θ' et ψ' . Il ne reste donc qu'à résoudre cette équation par rapport à v , après quoi l'on aura

$$\tilde{\zeta} = \frac{\beta^2}{v^2} - 1.$$

En faisant, pour abréger,

$$\frac{\sqrt{1 + 2v \sin \theta \cos \psi + v^2}}{\sqrt{1 + \tilde{\zeta}(v)}} = V,$$

l'équation à résoudre sera

$$v = \beta V,$$

et la formule de Lagrange donnera immédiatement

$$(4) \quad v = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{\beta^i}{i!} \left[\frac{d^{i-1} V^i}{dv^{i-1}} \right]_{v=0}.$$

Quant à la légitimité de ce procédé, elle résulte de ce que nous avons montré dans le Mémoire *Sur les équations qui appartiennent aux surfaces des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes* *. En effet, d'après ce que nous y avons montré, on peut conclure que, h étant un nombre positif plus petit que 1 et d'ailleurs arbitraire, on peut rendre $|\alpha|$ suffisamment petit pour que, $|v|$ ne dépassant par h , $\tilde{\zeta}(v)$ soit une fonction analytique de v sans

* *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences*, 1916, page 139.

points critiques, quelles que soient les valeurs réelles de θ et ψ ; et dès lors, $|\alpha|$ étant assez petit, V sera encore une telle fonction. On pourra donc développer v suivant les puissances de α et β , tant que les modules de ces paramètres sont assez petits, et la formule de Lagrange en donne le développement suivant les puissances de β .

En remarquant que $\zeta(0) = \tilde{\zeta}$ et en remplaçant v par sa valeur, on peut écrire la formule (4) comme il suit:

$$\frac{1}{\sqrt{1+\tilde{\zeta}}} = \frac{1}{\sqrt{1+\tilde{\zeta}}} + \sum_{i=2}^{\infty} \frac{\beta^{i-1}}{i!} \left[\frac{d^{i-1} V^i}{dv^{i-1}} \right]_{v=0}.$$

De là, en posant, pour abrégé,

$$\sum_{i=2}^{\infty} \frac{\beta^{i-1}}{i!} \left[\frac{d^{i-1} V^i}{dv^{i-1}} \right]_{v=0} = W,$$

on tire

$$\tilde{\zeta} = \frac{1+\tilde{\zeta}}{(1+\sqrt{1+\tilde{\zeta}}W)^2} - 1 = \tilde{\zeta} - \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n (n+1) (1+\tilde{\zeta})^{\frac{n}{2}+1} W^n,$$

et en développant le dernier membre suivant les puissances de α et β on aura

$$\tilde{\zeta} = \sum \tilde{\zeta}_{rs} \alpha^r \beta^s,$$

la somme s'étendant à toutes les valeurs positives ou nulles des indices r et s , telles que

$$r+s \geq 1.$$

3. On a évidemment

$$\tilde{\zeta}_{r0} = \tilde{\zeta}_r,$$

quel que soit r .

D'autre part, on trouve immédiatement que les $\tilde{\zeta}_{0s}$ sont les coefficients des puissances de β dans le développement de la formule

$$-2\beta \sin\theta \cos\psi \sqrt{1 - (1 - \sin^2\theta \cos^2\psi)\beta^2} - (1 - 2 \sin^2\theta \cos^2\psi)\beta^2.$$

On aura donc

$$\tilde{\zeta}_{01} = -2 \sin\theta \cos\psi, \quad \tilde{\zeta}_{02} = -(1 - 2 \sin^2\theta \cos^2\psi),$$

et les $\tilde{\zeta}_{0s}$ où s est un nombre pair plus grand que 2 seront nuls, tandis que, pour s impair plus grand que 1, il viendra

$$\tilde{\zeta}_{0s} = \frac{2}{s-2} \frac{1.3.5 \dots (s-2)}{2.4.6 \dots (s-1)} \sin\theta \cos\psi (1 - \sin^2\theta \cos^2\psi)^{\frac{s-1}{2}}.$$

De cette façon $\tilde{\zeta}_0$ sera une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ de degré s , paire ou impaire, selon que s est pair ou impair.

Voyons maintenant quels seront les autres $\tilde{\zeta}_r$.

On a

$$\tilde{\zeta}(v) = \tilde{\zeta}_1(v)\alpha + \tilde{\zeta}_2(v)\alpha^2 + \tilde{\zeta}_3(v)\alpha^3 + \dots,$$

$\tilde{\zeta}_r(v)$ étant ce que devient $\tilde{\zeta}_r$ en y remplaçant $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ respectivement par

$$\frac{\sin\theta \cos\psi + v}{\sqrt{1 + 2v \sin\theta \cos\psi + v^2}} \quad \text{et} \quad \frac{\cos\theta}{\sqrt{1 + 2v \sin\theta \cos\psi + v^2}}.$$

Développons $\tilde{\zeta}_r(v)$ suivant les puissances de v .

Observons d'abord que, dans le développement d'une puissance quelconque de la fonction

$$1 + 2v \sin\theta \cos\psi + v^2,$$

le coefficient de v^s sera une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ de degré ne dépassant pas s , et que cette fonction sera paire ou impaire, selon que s est pair ou impair.

D'après cela, et tenant compte de la nature des fonctions $\tilde{\zeta}_r$, on peut conclure que le coefficient de v^s dans le développement de $\tilde{\zeta}_r(v)$ sera une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de degré ne dépassant pas $mr + s$, paire par rapport à $\cos\theta$ et paire ou impaire par rapport à $\sin\theta \cos\psi$, selon que $mr + s$ est un nombre pair ou impair.

Or, s'il en est ainsi, le coefficient de $\alpha^r v^s$ dans le développement suivant les puissances de α et v d'une puissance quelconque de V sera une fonction de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de la même nature.

Par suite, si l'on développe l'expression

$$\frac{1}{i!} \left[\frac{d^{i-1} V^i}{dv^{i-1}} \right]_{v=0}$$

suitant les puissances de α , le coefficient de α^r sera une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de degré ne dépassant pas $mr + i - 1$, paire par rapport à $\cos\theta$ et paire ou impaire par rapport $\sin\theta \cos\psi$, selon que le nombre $mr + i - 1$ est pair ou impair, et ce coefficient coïncide avec le coefficient de $\alpha^r \beta^{i-1}$ dans le développement de W suivant les puissances de α et β .

Cela étant, il est facile de conclure que $\tilde{\zeta}_{rs}$ sera une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de degré au plus égal à $mr + s$ et que cette fonction

sera paire par rapport à $\cos\theta$ et paire ou impaire par rapport à $\sin\theta \cos\psi$, selon que $m\tau + s$ est pair ou impair.

4. La méthode que nous nous proposons d'exposer sera basée sur la considération des surfaces de niveau, situées à l'intérieur de la figure d'équilibre.

Dans le cas où la figure d'équilibre est un ellipsoïde de Maclaurin ou de Jacobi, ces surfaces sont celles des ellipsoïdes semblables et concentriques de centre sur l'axe de rotation. On doit donc s'attendre que, dans le cas des figures d'équilibre peu différentes des ellipsoïdes, ces surfaces différeront peu des surfaces des ellipsoïdes semblables à celui dont dérivent les figures considérées, quoique en général il ne soit plus permis de supposer que tous ces ellipsoïdes aient leurs centres sur l'axe de rotation qui est celui des z . Or, les plans des xy et des xz étant des plans de symétrie de la figure d'équilibre, il en sera aussi de même de toutes les surfaces de niveau, et l'on pourra supposer que les centres des ellipsoïdes en question soient situés sur l'axe des x .

Ayant égard à cela, nous prendrons, pour représenter les surfaces de niveau, les équations suivantes:

$$(5) \quad \begin{cases} x = a\sqrt{1+\zeta}\sqrt{\rho+1} \sin\theta \cos\psi + \beta\sqrt{\rho+1}, \\ y = a\sqrt{1+\zeta}\sqrt{\rho+q} \sin\theta \sin\psi, \\ z = a\sqrt{1+\zeta}\sqrt{\rho} \cos\theta, \end{cases}$$

où a est un paramètre dont les valeurs comprises entre 0 et 1 correspondent aux diverses surfaces de niveau et ζ est une fonction de θ, ψ , a qu'on doit déterminer. Quant à β , c'est une constante que nous supposons, pour plus de simplicité, indépendante de a , et nous verrons que, cette constante étant choisie d'une manière convenable, les équations (5) pourront réellement représenter toutes les surfaces de niveau qui se trouvent à l'intérieur de la figure d'équilibre.

La surface de la figure d'équilibre sera une des surfaces de niveau, et l'on suppose qu'elle corresponde à $a=1$, en sorte que, pour cette valeur de a , les équations (5) doivent se réduire aux équations (2). Nous aurons donc $\zeta(1)=\bar{\zeta}$, en désignant la fonction ζ , quand il faudra mettre en évidence son argument a , par $\zeta(a)$.

Formons l'équation que doit vérifier la fonction ζ .

En entendant par ω la vitesse angulaire qui correspond à la figure d'équilibre considérée, par k la densité du liquide et par f la constante de la gravitation universelle, posons, comme nous l'avons fait dans le Travail *Sur les figures d'équilibre etc.*,

$$\frac{\omega^2}{2\pi f k} = \Omega.$$

Alors, $\pi f k U$ étant le potentiel de la masse liquide au point (x, y, z) , la fonction

$$U + \Omega (x^2 + y^2)$$

devra conserver une valeur constante quand le point (x, y, z) se déplace sur une des surfaces de niveau; mais cette valeur pourra varier d'une surface de niveau à une autre et sera, par suite, une fonction de a . Nous aurons donc

$$(6) \quad U + \Omega (x^2 + y^2) = \text{fonction de } a,$$

et il ne reste qu'à remplacer ici x, y, z par leurs valeurs (5).

On a

$$U = \frac{1}{\pi} \int \frac{d\tau'}{r},$$

où $d\tau'$ est un élément de volume, r est la distance d'un point (x', y', z') de cet élément au point (x, y, z) et l'intégration s'étend au volume de la figure d'équilibre.

On peut poser

$$x' = \sqrt{u} \sqrt{\rho + 1} \sin \theta' \cos \psi' + \beta \sqrt{\rho + 1},$$

$$y' = \sqrt{u} \sqrt{\rho + 1} \sin \theta' \sin \psi',$$

$$z' = \sqrt{u} \sqrt{\rho} \cos \theta',$$

en entendant par u une variable comprise, pour des valeurs données de θ' et ψ' , entre 0 et $1 + \zeta'$, où ζ' est ce que devient ζ en remplaçant θ et ψ par θ' et ψ' .

Alors, en posant, comme dans le Travail cité,

$$\sqrt{\rho(\rho + 1)(\rho + q)} = \Delta$$

et en entendant par $d\sigma'$ l'élément $\sin \theta' d\theta' d\psi'$ de la surface de la sphère Σ de rayon 1, nous aurons

$$d\tau' = \frac{1}{2} \Delta \sqrt{u} du d\sigma',$$

et, d'autre part, il viendra

$$r = D \left(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u} \right),$$

en désignant, d'une manière générale, par $D(v, v')$ l'expression

$$\sqrt{(\rho+1)(v\sin\theta\cos\psi - v'\sin\theta'\cos\psi')^2 + (\rho+q)(v\sin\theta\sin\psi - v'\sin\theta'\sin\psi')^2 + \rho(v\cos\theta - v'\cos\theta')^2}.$$

Avec ces notations, nous aurons

$$U = \frac{\Delta}{2\pi} \int d\sigma' \int_0^{1+\zeta'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})},$$

l'intégration relative à $d\sigma'$ étant étendue à toute la surface de la sphère Σ .

Faisons maintenant une suite de transformations analogues à celles que nous avons faites dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (nos 2 et 5).

Posons

$$\frac{\Delta}{2\pi} \int d\sigma' \int_0^1 \frac{\sqrt{u} du}{D(a, \sqrt{u})} = U_0.$$

Alors, en remarquant que

$$\int_0^{1+\zeta} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})} = (1+\zeta) \int_0^1 \frac{\sqrt{u} du}{D(a, \sqrt{u})},$$

nous aurons

$$U = (1+\zeta) U_0 + 2\Delta S,$$

où

$$(7) \quad S = \frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_{1+\zeta}^{1+\zeta'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})}.$$

Quant à $x^2 + y^2$, on trouve

$$x^2 + y^2 = a^2(1+\zeta)\Theta + 2(\rho+1)a\beta\sqrt{1+\zeta}\sin\theta\cos\psi + (\rho+1)\beta^2,$$

en posant, pour abrégé,

$$(\rho + \cos^2\psi + q \sin^2\psi) \sin^2\theta = \Theta.$$

Or U_0 est ce que devient U quand la figure d'équilibre se réduit à l'ellipsoïde E_0 et quand on prend, pour x, y, z , les expressions

$$x = a \sqrt{\rho+1} \sin \theta \cos \psi, \quad y = a \sqrt{\rho+q} \sin \theta \sin \psi, \quad z = a \sqrt{\rho} \cos \theta.$$

Donc, si l'on désigne par \bar{U}_0 la valeur de U_0 pour $a=1$ et par Ω_0 la valeur de Ω pour l'ellipsoïde E_0 , la condition d'équilibre de cet ellipsoïde sera

$$\bar{U}_0 + \Omega_0 \Theta = 2\Delta(C-R),$$

en posant, comme dans le Travail cité,

$$\frac{1}{2} \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{\Delta(t)} = C, \quad \frac{\rho}{2} \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{t\Delta(t)} = R,$$

$$\sqrt{t(t+1)(t+q)} = \Delta(t).$$

D'autre part, a étant plus petit que 1, on aura

$$U_0 = a^2 \bar{U}_0 + 2\Delta(1-a^2)C,$$

en vertu de quoi la condition précédente pourra s'écrire

$$U_0 + \Omega_0 a^2 \Theta = 2\Delta(C - Ra^2).$$

D'après cela, en posant pour la figure d'équilibre considérée

$$\Omega - \Omega_0 = \eta,$$

l'équation (6) devient

$$2\Delta S + 2\Delta(C - Ra^2)\zeta + \eta a^2(1+\zeta)\Theta$$

$$+ 2(\Omega_0 + \eta)(\rho+1)a\beta\sqrt{1+\zeta}\sin\theta\cos\psi = \text{fonction de } a,$$

et cela se réduit à

$$(8) \quad R\zeta = \frac{\eta}{2\Delta}(1+\zeta)\Theta + \frac{(\rho+1)(\Omega_0+\eta)}{\Delta a}\beta\sqrt{1+\zeta}\sin\theta\cos\psi \\ + \frac{1}{a^2}(C\zeta + S) + \frac{f(a)}{a^2},$$

$f(a)$ étant une fonction indéterminée de a .

Dans cette équation, S est une quantité définie par la formule (7), qui peut encore être écrite comme il suit :

$$(9) \quad S = \frac{1+\zeta}{4\pi} \int d\sigma' \int_0^Z \frac{\sqrt{1+v} dv}{D(a, \sqrt{1+v})},$$

où

$$Z = \frac{\bar{\zeta}' - \zeta}{1+\zeta}.$$

Cette formule est valable pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle (0,1). Mais, si l'on ne veut considérer que des valeurs assez petites de a , on peut obtenir, pour S , une expression plus simple.

Supposons a suffisamment petit pour qu'on ait

$$(10) \quad a\sqrt{1+\zeta} \leq 1,$$

quels que soient θ et ψ .

Alors, u étant compris entre 1 et $1+\zeta$, il viendra

$$a\sqrt{1+\zeta} < \sqrt{u}$$

et, par suite,

$$\int \frac{\sqrt{u} d\sigma'}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})} = \int \frac{d\sigma'}{D(0,1)} = 4\pi C.$$

D'après cela on aura

$$\frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\zeta} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})} = C\zeta,$$

et la formule (7) donnera

$$(11) \quad C\zeta + S = \frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})}.$$

On aura donc cette égalité, pourvu que la condition (10) soit remplie.

5. Avant de passer à l'objet principal de ce Mémoire, nous nous arrêterons au problème suivant :

Les figures d'équilibre dérivées de l'ellipsoïde E_0 étant connues, on

demande de déterminer l'ensemble de toutes les surfaces de niveau qui leur correspondent et qui se trouvent à l'intérieur de la masse liquide.

On supposera donc que les coefficients $\bar{\zeta}_i$ de la série (1) soient des fonctions connues de θ et ψ . Or, ces coefficients étant connus, on en déduira, comme nous l'avons montré aux n^{os} 2 et 3, les coefficients $\bar{\zeta}_{rs}$ de la série

$$\bar{\zeta} = \sum \bar{\zeta}_{rs} \alpha^r \beta^s,$$

lesquels pourront, par suite, encore être regardés comme des fonctions connues de θ et ψ .

D'autre part, on pourra aussi considérer comme connus les coefficients η_i de la série

$$\eta = \eta_1 \alpha + \eta_2 \alpha^2 + \eta_3 \alpha^3 + \dots = \sum \eta_i \alpha^i,$$

qui donnera η en fonction de α , car, une figure d'équilibre étant connue, la vitesse angulaire qui lui correspond le sera encore.

Cela étant, la question se réduira à déterminer, pour les valeurs de a comprises entre 0 et 1, la fonction ζ satisfaisant à l'équation (8), où la constante β et la fonction $f(a)$, qui, à certaines conditions près, sont à notre disposition, devront préalablement être déterminées d'une manière convenable.

On suppose que $|\zeta|$ ait une valeur suffisamment petite, quels que soient θ et ψ , pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle (0,1). Il faudra donc tout d'abord que cette fonction soit finie pour $a = 0$.

Voyons comment on pourra satisfaire à cette condition par le choix de β et de $f(a)$.

Ne considérant que des valeurs assez petites de a , reportons-nous à la formule (11) et développons le second membre suivant les puissances ascendantes de $a\sqrt{1+\zeta}$. Nous aurons

$$\begin{aligned} C\zeta + S = & \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(0,1)} \\ & + \frac{a\sqrt{1+\zeta}}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\bar{\zeta}'} \left\{ \frac{\partial}{\partial v} \frac{\sqrt{u}}{D(v, \sqrt{u})} \right\}_{v=0} du + \dots, \end{aligned}$$

les termes suivant étant divisibles par a^2 .

Or on a

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial v} \frac{\sqrt{u}}{D(v, \sqrt{u})} \right\}_{v=0} = \frac{(\rho+1) \sin \theta \cos \psi \sin \theta' \cos \psi' + (\rho+q) \sin \theta \sin \psi \sin \theta' \sin \psi' + \rho \cos \theta \cos \theta'}{\sqrt{u} D^3(0, 1)},$$

et, comme $\bar{\zeta}$ est une fonction paire par rapport à ψ et par rapport à $\cos \theta$, on aura

$$\int \frac{\sin \theta' \sin \psi'}{D^3(0, 1)} F(\bar{\zeta}') d\sigma' = 0 \quad \text{et} \quad \int \frac{\cos \theta'}{D^3(0, 1)} F(\bar{\zeta}') d\sigma' = 0,$$

quelle que soit la fonction F .

Par suite, il vient

$$C\zeta + S = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(0, 1)} + \frac{a}{2\pi} (\rho+1) \sqrt{1+\zeta} \sin \theta \cos \psi \int \frac{\sin \theta' \cos \psi'}{D^3(0, 1)} (\sqrt{1+\bar{\zeta}'} - 1) d\sigma' + \dots$$

D'après cela, l'équation (8) fait voir que, pour que la fonction ζ reste finie pour $a = 0$, il faut qu'on ait

$$(12) \quad f(0) = -\frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(0, 1)},$$

$$(13) \quad \frac{\Omega_0 + \eta}{\Delta} \beta + \frac{1}{2\pi} \int \frac{\sin \theta' \cos \psi'}{D^3(0, 1)} (\sqrt{1+\bar{\zeta}'} - 1) d\sigma' = 0,$$

et que le rapport

$$(14) \quad \frac{f(a) - f(0)}{a^2}$$

ne devienne pas infini pour $a = 0$.

6. Parmi les conditions précédentes, celle (13) représente une équation qui donnera β en fonction de α , et il est facile de voir qu'on pourra en déduire β sous la forme d'une série procédant suivant les puissances entières et positives de α , où il n'y aura que des termes s'annulant pour $\alpha = 0$.

En effet, si nous remplaçons η et $\bar{\zeta}'$ par leurs développements

$$\sum \eta_i \alpha^i, \quad \sum \bar{\zeta}'_{rs} \alpha^r \beta^s,$$

le premier membre de l'équation (13), développé suivant les puissances de α et β , n'aura que des termes s'annulant pour $\alpha = \beta = 0$, et, parmi ces termes, celui en β aura pour coefficient

$$(15) \quad \frac{\Omega_0}{\Delta} + \frac{1}{4\pi} \int \frac{\sin \theta' \cos \psi'}{D^3(0,1)} \bar{\zeta}'_{01} d\sigma'.$$

Donc, pour que β soit de la forme requise, il suffit que l'expression (15) ne soit pas nulle. Montrons qu'il en sera bien ainsi.

La condition d'équilibre de l'ellipsoïde E_0 donne

$$\frac{\Omega_0}{\Delta} = \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{(t+1)\Delta(t)} - \frac{2R}{\rho+1}.$$

D'autre part, comme on a (n° 3)

$$\bar{\zeta}'_{01} = -2 \sin \theta' \cos \psi',$$

il vient

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4\pi} \int \frac{\sin \theta' \cos \psi'}{D^3(0,1)} \bar{\zeta}'_{01} d\sigma' \\ &= -\frac{1}{2\pi} \int \frac{\sin^2 \theta' \cos^2 \psi'}{D^3(0,1)} d\sigma' \\ &= \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{d}{dv} \int \frac{d\sigma}{\sqrt{(\rho+v) \sin^2 \theta \cos^2 \psi + (\rho+q) \sin^2 \theta \sin^2 \psi + \rho \cos^2 \theta}} \right\}_{v=1} \\ &= 2 \left\{ \frac{d}{dv} \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{\sqrt{(t+v)(t+q)t}} \right\}_{v=1} \\ &= - \int_{\rho}^{\infty} \frac{dt}{(t+1)\Delta(t)}. \end{aligned}$$

Par suite, l'expression (15) se réduit à

$$- \frac{2R}{\rho+1},$$

ce qui n'est jamais nul.

Si tous les termes de l'équation (13) s'annulent avec β quel que soit α ,

la solution considérée se réduira à

$$\beta = 0.$$

Tel sera le cas de m pair.

En effet, pour $\beta = 0$, le premier membre de (13) devient

$$\frac{1}{2\pi} \int \frac{\sin \theta' \cos \psi'}{D^3(0,1)} (\sqrt{1+\zeta'} - 1) d\sigma',$$

et cela, dans le cas de m pair, est égal à zéro, car ζ' est alors une fonction paire des arguments $\sin \theta' \cos \psi'$ et $\cos \theta'$.

Tel sera aussi le cas où E_0 est un ellipsoïde de Maclaurin, si l'équation caractéristique

$$I_{m,2k} = 0$$

correspond à une valeur de k plus grande que 1, car, dans ce cas, les coefficients du développement de $\sqrt{1+\zeta'} - 1$ suivant les puissances de α seront des fonctions entières des arguments

$$\sin^k \theta' \cos k \psi' \quad \text{et} \quad \cos^2 \theta'$$

et $D(0,1)$ ne dépendra pas de l'angle ψ' .

Donc β pourra ne pas être identiquement nul seulement dans le cas de m impair et d'ailleurs, quand E_0 est un ellipsoïde de révolution, seulement si $k = 1$.

Voyons quelle sera alors la forme du développement de β suivant les puissances de α .

D'après ce que nous avons vu au n° 3, ζ'_{rs} sera une fonction entière de $\sin \theta' \cos \psi'$ et $\cos \theta'$, paire par rapport à $\cos \theta'$ et paire ou impaire par rapport à $\sin \theta' \cos \psi'$, selon que $mr + s$ est un nombre pair ou impair.

Donc, m étant impair, ζ'_{rs} sera une fonction paire ou impaire par rapport à $\sin \theta' \cos \psi'$, selon que $r + s$ est pair ou impair.

Il en sera donc aussi de même du coefficient du terme en $\alpha^r \beta^s$ dans le développement de

$$\sqrt{1+\zeta'} - 1.$$

De là on voit que, dans le développement suivant les puissances de α et β de l'intégrale

$$\int \frac{\sin \theta' \cos \psi'}{D^3(0,1)} (\sqrt{1+\zeta'} - 1) d\sigma',$$

il n'y aura que des termes $c_{rs} \alpha^r \beta^s$ où $r + s$ est un nombre impair.

D'autre part, m étant impair, le développement de η suivant les puissances de α ne contiendra que des puissances paires, car, dans ce cas, la fonction $\tilde{\zeta}$ ne change pas quand on y remplace α par $-\alpha$ et ψ par $\psi + \pi$.

Donc le développement du premier membre de l'équation (13) ne contiendra que des termes où la somme des exposants de α et de β est un nombre impair.

Par suite, le développement de β suivant les puissances de α qu'on tire de cette équation ne contiendra que des puissances impaires de α .

Cela posé, substituons ce développement dans la série

$$\bar{\zeta} = \sum \bar{\zeta}_{rs} \alpha^r \beta^s$$

et ordonnons-la ensuite suivant les puissances de α .

Nous aurons

$$\bar{\zeta} = \bar{\zeta}_1 \alpha + \bar{\zeta}_2 \alpha^2 + \bar{\zeta}_3 \alpha^3 + \dots,$$

et les $\bar{\zeta}_i$ seront des fonctions entières de $\sin \theta \cos \psi$ et $\cos \theta$ de degré mi , paires par rapport à $\cos \theta$ et paires ou impaires par rapport à $\sin \theta \cos \psi$, selon que i est pair ou impair.

Donc les $\bar{\zeta}_i$ seront des fonctions de la même nature que les $\tilde{\zeta}_i$. D'ailleurs, dans le cas de m pair, on aura simplement

$$\bar{\zeta}_i = \tilde{\zeta}_i,$$

et toutes ces fonctions seront paires tant par rapport à $\cos \theta$, que par rapport à $\sin \theta \cos \psi$.

7. Ayant exprimé β et $\bar{\zeta}$ à l'aide de α , nous aurons, d'après (12),

$$f(0) = f_1(0)\alpha + f_2(0)\alpha^2 + f_3(0)\alpha^3 + \dots,$$

où

$$f_i(0) = -\frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}_i' d\sigma'}{D(0, 1)},$$

et par cette formule on voit que, dans le cas de m impair, le développement de $f(0)$ ne contiendra que des puissances paires de α .

Outre la valeur $f(0)$, on connaîtra encore la valeur $f(1)$, pour laquelle on aura un développement tout semblable

$$f(1) = f_1(1)\alpha + f_2(1)\alpha^2 + f_3(1)\alpha^3 + \dots$$

En effet, la fonction $f(a)$ étant supposée continue, ce qui est nécessaire pour que ζ soit une fonction continue de a , l'équation (8) se réduira, pour $a = 1$, à

$$(16) \quad R\bar{\zeta} = \frac{\eta}{2\Delta} (1 + \bar{\zeta}) \Theta + \frac{(\rho + 1)(\Omega_0 + \eta)}{\Delta} \beta \sqrt{1 + \bar{\zeta}} \sin \theta \cos \psi \\ + C\bar{\zeta} + \bar{S} + f(1),$$

où

$$\bar{S} = \frac{1 + \bar{\zeta}}{4\pi} \int d\sigma' \int_0^{\bar{\zeta}} \frac{\sqrt{1 + v} dv}{D(1, \sqrt{1 + v})},$$

en posant

$$\frac{\bar{\zeta}' - \bar{\zeta}}{1 + \bar{\zeta}} = \bar{Z};$$

et cette égalité devra devenir une identité quand, en y remplaçant $\bar{\zeta}$, η et β par leurs développements suivant les puissances de α , on choisira convenablement la constante $f(1)$. Ou aura donc, en posant par exemple $\theta = 0$ et en le désignant par l'indice zéro,

$$f(1) = R\bar{\zeta}_0 - C\bar{\zeta}_0 - \bar{S}_0,$$

où le second membre est une fonction connue de α .

Or \bar{S} n'est autre chose que la quantité que nous avons désignée, dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (n° 3), par S . Donc, d'après ce que nous y avons montré (n° 4 et 19), \bar{S}_0 sera développable, si $|\alpha|$ est assez petit, suivant les puissances entières et positives de α , ce qui donnera, pour $f(1)$, le développement requis.

Il est facile de voir que, dans le cas de m impair, ce développement, pareillement au développement de $f(0)$, ne contiendra que des puissances paires de α .

De cette façon, les valeurs $f(0)$ et $f(1)$ de la fonction $f(a)$ seront connues.

Quant à d'autres valeurs, elles pourront être quelconques, pourvu que $f(a)$ soit une fonction continue et le rapport (14) ne devienne pas infini pour $a = 0$.

La plus simple fonction $f(a)$ qui satisfait à ces conditions est

$$(17) \quad f(a) = f(1)a^2 + f(0)(1 - a^2),$$

et rien n'empêche de prendre, pour $f(a)$, cette expression, car, en faisant une hypothèse déterminée au sujet de cette fonction, on ne fait que préciser ce qu'on entend par le paramètre a .

C'est à ce choix de $f(a)$ que nous nous arrêterons dans ce qui suit.

8. Revenons à l'équation (8).

Les quantités

$$\bar{\zeta}', \quad f(a), \quad \beta, \quad \eta$$

y étant remplacées par leurs expressions, le second membre devient une fonction connue de

$$\zeta, \quad a, \quad \theta, \quad \psi, \quad \alpha.$$

Il ne reste donc qu'à résoudre cette équation par rapport à ζ , et nous allons montrer comment on peut le faire en supposant $|\alpha|$ suffisamment petit.

Comme

$$C\zeta + S = \frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})} + G,$$

où

$$G = C\zeta - \frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\zeta} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\zeta}, \sqrt{u})},$$

le second membre de l'équation (8) se réduira, pour $\alpha = 0$, à $\frac{G}{a^2}$.

Or, d'après ce que nous avons vu au n° 4, si $a\sqrt{1+\zeta} \leq 1$, la quantité G est identiquement nulle. Quant au cas de $a\sqrt{1+\zeta} > 1$, on aura, en supposant toujours $a \leq 1$ et en se servant des formules relatives au potentiel d'un ellipsoïde homogène,

$$G = \frac{1}{2} \int_0^\tau [a^2(1+\zeta)H(t) - 1] \frac{dt}{\Delta(t)},$$

où

$$H(t) = \frac{\rho+1}{t+1} \sin^2\theta \cos^2\psi + \frac{\rho+q}{t+q} \sin^2\theta \sin^2\psi + \frac{\rho}{t} \cos^2\theta$$

et τ est la racine positive unique de l'équation

$$a^2(1+\zeta)H(t) = 1,$$

laquelle racine sera, dans le cas considéré, plus grande que ρ .

Donc, dans ce cas, G est positif et d'ailleurs on a évidemment

$$G < [a^2(1 + \zeta) - 1] \frac{\tau - \rho}{2\Delta}.$$

D'autre part, comme

$$H(\tau) < \frac{\rho + 1}{\tau + 1},$$

on trouve

$$\tau - \rho < (\rho + 1)[a^2(1 + \zeta) - 1].$$

Par suite, il vient

$$G < \frac{\rho + 1}{2\Delta} [a^2(1 + \zeta) - 1]^2 < \frac{\rho + 1}{2\Delta} \zeta^2,$$

et la quantité $\frac{G}{a^2}$, à laquelle se réduit, pour $\alpha = 0$, le second membre de l'équation (8), sera moindre que

$$\frac{\rho + 1}{2\Delta} (1 + \zeta) \zeta^2.$$

De là on voit que la fonction ζ satisfaisant à l'équation (8) tendra, pour $\alpha = 0$, vers zéro, quel que soit a dans l'intervalle $(0, 1)$, pourvu qu'on suppose que cette fonction reste toujours, en valeur absolue, au-dessous d'un nombre fixe suffisamment petit. D'ailleurs, en partant de l'équation (8), il est facile de former une limite supérieure l_α , tendant vers zéro pour $\alpha = 0$ et telle qu'on ait

$$|\zeta| < l_\alpha,$$

quel que soit a dans l'intervalle $(0, 1)$ et quels que soient θ et ψ .

D'autre part, cette limite étant obtenue, la même équation (8), en la rapprochant de celle (16), permettra d'assigner au rapport

$$\frac{|\bar{\zeta} - \zeta|}{1 - a}$$

une limite supérieure tendant vers zéro pour $\alpha = 0$.

Plus généralement, en considérant le rapport

$$\frac{|\bar{\zeta}' - \zeta|}{\sqrt{1 - 2a \cos \varphi + a^2}},$$

où

$$\cos \varphi = \cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos (\psi' - \psi),$$

on pourra trouver un nombre positif g_α , tendant vers zéro pour $\alpha = 0$ et tel qu'on ait

$$\frac{|\bar{\zeta}' - \zeta|}{\sqrt{1 - 2a \cos \varphi + a^2}} < g_\alpha,$$

quel que soit a dans l'intervalle $(0, 1)$ et quels que soient $\theta, \psi, \theta', \psi'$.

Or, si l'on a

$$(18) \quad |\zeta| < l, \quad \frac{|\bar{\zeta}' - \zeta|}{\sqrt{1 - 2a \cos \varphi + a^2}} < g,$$

l et g étant assez petits, on pourra appliquer à la formule (9) les considérations que nous avons exposées dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (nos 3 et 4), car il n'y aura, pour cela, qu'à remplacer

$$\sin \theta \cos \psi, \quad \sin \theta \sin \psi, \quad \cos \theta$$

respectivement par

$$a \sin \theta \cos \psi, \quad a \sin \theta \sin \psi, \quad a \cos \theta.$$

Nous pouvons donc conclure que sous les conditions (18), l et g étant assez petits pour qu'on ait

$$(19) \quad \frac{4}{3} \sqrt{\frac{\rho+1}{\rho}} g + l \leq 1,$$

S sera développable suivant les ordres relatifs à la fonction ζ , en sorte qu'on aura

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots,$$

où S_n est le coefficient de ε^n dans le développement de l'expression

$$\frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_{1+\varepsilon\zeta}^{1+\varepsilon\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \sqrt{u})}$$

suivant les puissances du paramètre ε .

D'ailleurs le développement ci-dessus de S sera, dans les conditions considérées, absolument et uniformément convergent pour toutes les valeurs de θ et ψ et pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, 1)$.

Quant aux expressions des S_n , on aura

$$S_n = \frac{1}{4\pi \cdot n!} \left\{ \frac{d^n}{d\varepsilon^n} \int d\sigma' \int_{1+\varepsilon\zeta}^{1+\varepsilon\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a\sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \sqrt{u})} \right\}_{\varepsilon=0}.$$

Or, en supposant $a < 1$, on pourra prendre ε suffisamment petit pour qu'on ait

$$a \sqrt{1 + \varepsilon \zeta} < 1,$$

et alors il viendra (n° 4)

$$\frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\varepsilon\zeta} \frac{\sqrt{u} du}{D(a \sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \sqrt{u})} = C\varepsilon\zeta.$$

On aura donc

$$S_1 = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(a, 1)} = C\zeta$$

et, pour $n > 1$,

$$S_n = \frac{1}{4\pi \cdot n!} \left\{ \frac{d^n}{d\varepsilon^n} \int d\sigma' \int_1^{1+\varepsilon\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a \sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \sqrt{u})} \right\}_{\varepsilon=0}.$$

Par suite, on peut écrire

$$C\zeta + S = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(a, 1)} + S_2 + S_3 + S_4 + \dots,$$

et, par les expressions des S_n , on voit que c'est le développement suivant les ordres relatifs à ζ de la formule (11).

De cette façon, bien que la formule (11) ne soit valable que sous la condition $a \sqrt{1+\zeta} \leq 1$, le développement suivant les ordres, qu'on en déduit en supposant $a < 1$ et en faisant $|\zeta|$ et $|\bar{\zeta}'|$ suffisamment petits, donne, pour $C\zeta + S$, une expression qui sera valable sous les conditions (18), l et g étant assez petits, pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, 1)$, pourvu que le cas de $a = 1$ soit considéré comme un cas limite.

9. D'après ce que nous venons de voir, S_n , à partir de $n=2$, est le coefficient de ε^n dans le développement suivant les puissances de ε de l'intégrale

$$\frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\varepsilon\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a \sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \sqrt{u})},$$

où l'on suppose $a < 1$.

Or, quelque petite que soit la différence $1 - a$, on peut rendre $|\varepsilon|$ assez petit pour que, $|\zeta|$ étant au-dessous d'un nombre fixe, on ait $a \sqrt{1+\varepsilon\zeta} < 1$,

et que d'ailleurs cette intégrale, après y avoir remplacé $\bar{\zeta}'$ par son développement

$$\bar{\zeta}'_1 \alpha + \bar{\zeta}'_2 \alpha^2 + \bar{\zeta}'_3 \alpha^3 + \dots,$$

soit développable suivant les puissances entières et positives de α .

Supposons donc qu'il en soit ainsi et représentons le développement de l'intégrale ci-dessus par

$$(20) \quad J_1 \alpha + J_2 \alpha^2 + J_3 \alpha^3 + \dots$$

Alors, en posant, pour abrégér,

$$a\sqrt{1+\varepsilon\zeta} = v,$$

nous aurons

$$J_1 = \frac{\varepsilon}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}'_1 d\sigma'}{D(v, 1)},$$

$$J_2 = \frac{\varepsilon}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}'_2 d\sigma'}{D(v, 1)} + \frac{\varepsilon^2}{8\pi} \left\{ \frac{d}{du} \int \frac{\sqrt{u} \bar{\zeta}'_1 d\sigma'}{D(v, \sqrt{u})} \right\}_{u=1}$$

et, en général,

$$J_r = \frac{1}{4\pi} \sum_{i=1}^r \frac{\varepsilon^i}{i!} \left\{ \frac{d^{i-1}}{du^{i-1}} \int \frac{\sqrt{u} K_r \bar{\zeta}'^i d\sigma'}{D(v, \sqrt{u})} \right\}_{u=1},$$

en désignant, d'une manière générale, par $K_r F(\alpha)$ le coefficient de α^r dans le développement de $F(\alpha)$ suivant les puissances de α .

D'après ce que nous savons au sujet des fonctions $\bar{\zeta}_s$, $K_r \bar{\zeta}'^i$ sera une fonction entière des arguments $\sin\theta'\cos\psi'$ et $\cos\theta'$ de degré mr , paire par rapport à $\cos\theta'$ et paire ou impaire par rapport à $\sin\theta'\cos\psi'$, selon que le nombre mr est pair ou impair.

Développons cette fonction suivant les fonctions sphériques de θ' et ψ' , en prenant, pour les fonctions sphériques élémentaires, les produits de Lamé.

En nous servant des notations que nous avons employées dans le Travail *Sur les figures d'équilibre* (4, n° 11), nous désignerons par

$$Y_{n,0}, \quad Y_{n,1}, \quad Y_{n,2}, \quad \dots, \quad Y_{n,2n}$$

les $2n+1$ produits de Lamé de l'ordre n , en supposant qu'ils soient exprimés en fonction de θ et ψ . Mais nous n'aurons à considérer que ceux

d'entre eux qui sont pairs par rapport à $\cos \theta$ et par rapport à ψ . Ces produits seront représentés par $Y_{n,2l}$ pour

$$l = n, n-2, n-4, \dots,$$

la différence $n-l$ étant un nombre pair. Pour n et l pairs, $Y_{n,2l}$ sera, par rapport à $\sin \theta \cos \psi$, une fonction paire et, pour n et l impairs, une fonction impaire.

Cela posé, et en entendant par $Y'_{n,2l}$ ce que devient $Y_{n,2l}$ lorsqu'on y remplace θ et ψ par θ' et ψ' , nous aurons, pour $K_r \bar{\zeta}^i$, un développement de la forme

$$K_r \bar{\zeta}^i = \sum A_{n,l} Y'_{n,2l},$$

où la somme s'étend aux valeurs de n et l satisfaisant aux conditions

$$0 \leq l \leq n \leq mr,$$

$$mr - n = \text{nombre pair}, \quad n - l = \text{nombre pair}.$$

La recherche de J_r se réduit ainsi au calcul des intégrales telles que

$$\int \frac{Y'_{n,2l} d\sigma'}{D(v, \sqrt{u})},$$

où l'on devra supposer $v < \sqrt{u}$.

Or nous avons déjà considéré ces intégrales dans la quatrième Partie du Travail cité (n° 23) et, d'après ce que nous y avons montré, nous pouvons écrire immédiatement leurs expressions.

Considérons pour cela les équations

$$\sqrt{\rho+1} \sin \theta \cos \psi = x, \quad \sqrt{\rho+q} \sin \theta \sin \psi = y, \quad \sqrt{\rho} \cos \theta = z,$$

et les valeurs de ρ , $\sin \theta \cos \psi$ et $\cos \theta$, exprimées en fonction de x, y, z , qui en résultent, substituons dans le produit

$$E_{n,2l}(\rho) Y_{n,2l}(\theta, \psi).$$

Alors ce produit deviendra une fonction entière de x, y, z de degré n que nous avons désignée par $\Pi_{n,l}(x, y, z)$.

Le nombre $n-l$ étant pair, cette fonction sera paire par rapport à y et par rapport à z . Quant à x , elle sera paire ou impaire par rapport à cet argument, selon que les nombres n et l sont pairs ou impairs.

La fonction $\Pi_{n,l}(x, y, z)$ étant formée, il viedra

$$\sqrt{u} \int \frac{Y'_{n,2l} d\sigma'}{D(v, \sqrt{u})} = \frac{4\pi}{2n+1} F_{n,2l}(\rho) \Pi_{n,l}\left(\frac{vx}{\sqrt{u}}, \frac{vy}{\sqrt{u}}, \frac{vz}{\sqrt{u}}\right).$$

D'après cela, on voit que J_r sera une fonction entière des arguments

$$v \sin \theta \cos \psi, \quad v \sin \theta \sin \psi, \quad v \cos \theta, \quad \varepsilon$$

de degré $(m+1)r$, laquelle fonction, par rapport aux trois premiers arguments, sera de degré mr et, par rapport à ε , de degré r . D'ailleurs, par rapport au deuxième argument, ainsi que par rapport au troisième, ce sera une fonction paire et, par rapport au premier argument, une fonction paire ou impaire, selon que mr est un nombre pair ou impair.

Cela posé, reportons-nous à la série (20) et appliquons-y la proposition que nous avons établie dans le Mémoire *Sur les séries de polynomes**.

Si $|v| < 1$, on pourra prendre $|\varepsilon|$ suffisamment petit pour que cette série soit absolument convergente tant que $|\alpha|$ est au-dessous d'un certain nombre A . D'ailleurs, $|\alpha|$ étant plus petit que A , cette série convergera uniformément pour toutes les valeurs réelles de θ et ψ et pour toutes les valeurs de v et ε qui satisfont à des conditions de la forme

$$|v| \leq h, \quad |\varepsilon| \leq \delta,$$

où h est un nombre plus petit que 1 et δ un nombre suffisamment petit.

Or, s'il en est ainsi, la proposition citée permet de conclure que, p étant un nombre positif arbitraire, si l'on assujettit α à l'inégalité

$$|\alpha| < A (1+p-\sqrt{2p+p^2})^{m+1},$$

la série (20) sera absolument et uniformément convergente pour toutes les valeurs complexes de $\theta, \psi, v, \varepsilon$ qui satisfont aux conditions

$$|v \sin \theta \cos \psi| \leq \frac{h}{\sqrt{3}} p, \quad |v \sin \theta \sin \psi| \leq \frac{h}{\sqrt{3}} p, \quad |v \cos \theta| \leq \frac{h}{\sqrt{3}} p, \quad |\varepsilon| \leq \delta p.$$

Donc, dans ces conditions, où l'on pourra supposer p aussi grand qu'on voudra, ce sera une fonction analytique des arguments

$$v \sin \theta \cos \psi, \quad v \sin \theta \sin \psi, \quad v \cos \theta, \quad \varepsilon, \quad \alpha,$$

* *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences*, 1915, page 1857.

n'ayant pas de points critiques.

Nous supposons p assez grand pour qu'on ait $\delta p \geq 1$.

Cela étant, remplaçons v par sa valeur $a\sqrt{1+\varepsilon\zeta}$.

La somme de la série (20) deviendra alors une fonction de

$$\zeta, \quad a \sin \theta \cos \psi, \quad a \sin \theta \sin \psi, \quad a \cos \theta \quad \varepsilon, \quad \alpha,$$

et cette fonction, qui sera encore analytique, n'aura pas de points critiques sous les conditions

$$(21) \quad |\zeta| \leq l, \quad |\alpha| < \Lambda (1 + p - \sqrt{2p + p^2})^{m+1}, \quad |\varepsilon| \leq 1, \\ |a \sin \theta \cos \psi| \leq A, \quad |a \sin \theta \sin \psi| \leq A, \quad |a \cos \theta| \leq A,$$

où l est un nombre positif plus petit que 1 et

$$A = \frac{hp}{\sqrt{3}\sqrt{1+l}}.$$

Sous ces conditions, où nous supposons p assez grand pour qu'on ait

$$A > 1,$$

cette fonction sera donc développable suivant les puissances entières et positives des six arguments indiqués.

Quand il ne faudra mettre en évidence que les arguments v et ε , nous désignerons la somme de la série (20) par $J(v, \varepsilon)$ et, au lieu de $J(v, 1)$, nous écrirons simplement $J(v)$.

10. Nous allons supposer maintenant, comme auparavant, que a, θ, ψ soient réels et que a soit un nombre de l'intervalle $(0, 1)$. Alors, A étant plus grand que 1, il n'y aura à considérer que les conditions (21).

Sous ces conditions, la fonction $J(a\sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \varepsilon)$ sera développable suivant les puissances entières et positives de ε et, si $a < 1$, il viendra

$$J(a\sqrt{1+\varepsilon\zeta}, \varepsilon) = \frac{\varepsilon}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(a, 1)} + S_2 \varepsilon^2 + S_3 \varepsilon^3 + \dots,$$

où l'on pourra poser $\varepsilon = 1$.

Par suite, si nous supposons que, outre les conditions (21), les conditions (18) et (19) soient également remplies, nous aurons

$$(22) \quad C\zeta + S = J(a\sqrt{1+\zeta}).$$

Pour établir cette formule, nous avons supposé $a < 1$. Mais, dans le cas de $a = 1$, où ζ se réduit, en vertu de la seconde des conditions (18), à $\bar{\zeta}$, la formule (22) sera encore exacte.

En effet, si nous désignons S , pour mettre en évidence les arguments a et ζ , par $S(a, \zeta)$, nous aurons évidemment, quel que soit ζ ,

$$S(1, \zeta) = \lim_{a=1} S(a, \zeta).$$

Nous aurons donc, en désignant $S(1, \bar{\zeta})$, comme précédemment, par \bar{S} ,

$$C\bar{\zeta} + \bar{S} = J(\sqrt{1 + \bar{\zeta}}).$$

Remarquons que les formules (12) et (13) pourront à présent être écrites comme il suit:

$$f(0) = -J(0),$$

$$\frac{(\rho+1)(\Omega_0+\eta)}{\Delta} \beta \sin \theta \cos \psi = -J'(0),$$

$J'(v)$ désignant la dérivée de $J(v)$ par rapport à v .

11. D'après les formules précédentes, l'équation (8), en y remplaçant $f(a)$ par son expression (17), prend la forme

$$(23) \quad R\zeta = f(1) - f(0) + \frac{\eta}{2\Delta} (1 + \zeta) \Theta \\ + \frac{1}{\alpha^2} \left[J(a\sqrt{1 + \zeta}) - J(0) - J'(0)a\sqrt{1 + \zeta} \right].$$

Le second membre de cette équation est une fonction de ζ et de α développable, $|\zeta|$ et $|\alpha|$ étant assez petits, suivant les puissances entières et positives de ces quantités.

Cette fonction s'annule d'ailleurs quand on pose $\alpha = 0$, car les constantes $f(1)$, $f(0)$, η sont dans ce cas et il en est aussi de même de la fonction $J(a\sqrt{1 + \zeta})$, qui n'est autre chose que la somme de la série (20) en y posant $\varepsilon = 1$.

Par suite, l'équation (23) admet une solution s'annulant pour $\alpha = 0$, et cette solution, qui sera unique, se présentera, si $|\alpha|$ est assez petit, par une série de la forme

$$(24) \quad \zeta = \zeta_1 \alpha + \zeta_2 \alpha^2 + \zeta_3 \alpha^3 + \dots,$$

où les coefficients se calculeront successivement, en partant de ζ_1 qui s'obtiendra immédiatement.

Du reste, en se servant de la formule de Lagrange, on peut écrire immédiatement une expression pour ζ .

A cet effet posons, pour abréger

$$f(1) - f(0) = c,$$

$$J(v) - J(0) - J'(0)v + \left(\frac{\eta}{2\Delta} \Theta + c\right)v^2 = F(v).$$

Alors l'équation (23) pourra s'écrire

$$(R + c)\zeta = \frac{1}{a^2} F(a\sqrt{1 + \zeta})$$

et l'on en déduira

$$\zeta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{1}{(R + c)^n a^{2n}} \left\{ \frac{\partial^{n-1} [F(a\sqrt{u})]^n}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1}.$$

Pour présenter cette expression sous une forme plus concise, nous introduirons une fonction auxiliaire ξ , qui sera définie par la formule

$$(25) \quad \xi = \frac{F(a)}{(R + c)a^2}.$$

Alors, les dérivées partielles par rapport à u étant transformées en dérivées par rapport à a^2 , il viendra

$$(26) \quad \zeta = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}}$$

ou bien, sous une forme développée,

$$\zeta = \xi + \frac{1}{1.2} \frac{1}{2a^3} \frac{\partial a^4 \xi^2}{\partial a} + \frac{1}{1.2.3} \frac{1}{2^2 a^3} \frac{\partial}{\partial a} \left(\frac{1}{a} \frac{\partial a^6 \xi^3}{\partial a} \right) + \dots$$

Le second membre de la formule (25) est une fonction connue de a , θ , ψ , α et, en y remplaçant c et $F(a)$ par leurs développements suivant les puissances de α , qui seront de la forme

$$c = c_1 \alpha + c_2 \alpha^2 + c_3 \alpha^3 + \dots,$$

$$F(a) = F_1(a) \alpha + F_2(a) \alpha^2 + F_3(a) \alpha^3 + \dots,$$

on en déduira le développement de ξ suivant les puissances de ce paramètre,

$$\xi = \xi_1 \alpha + \xi_2 \alpha^2 + \xi_3 \alpha^3 + \dots,$$

où les ξ_i seront des fonctions connues de a, θ, ψ . La formule (26) permettra ensuite de former le développement (24).

Quant au développement de la fonction $F(a)$, qui est donnée par la formule

$$F(a) = J(a) - J(0) - J'(0)a + \left(\frac{\eta}{2\Delta} \Theta + c \right) a^2,$$

on l'obtiendra immédiatement en connaissant le développement de $J(a)$, et ce dernier développement, qui sera

$$J(a) = J_1(a)\alpha + J_2(a)\alpha^2 + J_3(a)\alpha^3 + \dots,$$

pourra être formé en partant de la formule

$$J(a) = \frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\xi'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a, \sqrt{u})},$$

ayant lieu si a ne dépasse pas 1.

12. D'après ce que nous avons vu au n° 9, nous pouvons conclure que $J_r(a)$, qui n'est autre chose que la valeur pour $\varepsilon = 1, \zeta = 0$ du coefficient J_r de la série (20), sera une fonction entière de

$$(27) \quad a \sin \theta \cos \psi, \quad a \sin \theta \sin \psi, \quad a \cos \theta$$

de degré ne dépassant pas mr , paire par rapport à chacun des deux derniers arguments et paire ou impaire par rapport au premier argument, selon que mr est pair ou impair.

Par suite, la fonction

$$F_r(a) = J_r(a) - J_r(0) - J_r'(0)a + \left(\frac{\eta_r}{2\Delta} \Theta + c_r \right) a^2$$

sera de la même nature, puisque, dans le cas de mr impair, η_r et c_r , d'après ce que nous avons observé aux n°s 6 et 7, seront nuls. Mais cette fonction

ne contiendra pas de termes au-dessous du second degré par rapport aux trois arguments considérés, en sorte qu'elle sera divisible par a^2 .

Cela étant, on voit par la formule (25) que $a^2\zeta_r$ sera une fonction entière des arguments en question de la même nature que $F_r(a)$.

Enfin, les fonctions ξ_i étant connues, la formule (26) donnera

$$\zeta_r = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^r \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_r(a^2 \xi)^n}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

K_r étant le symbole défini au n° 9. Voyons ce que représente cette formule.

De ce que nous venons de dire, il résulte que $K_r(a^2 \xi)^n$ sera une fonction entière des arguments (27), dont le degré ne dépassera pas mr , et qui n'aura pas de termes au-dessous de degré $2n$. Cette fonction sera donc divisible par a^{2n} , et l'expression

$$\frac{1}{a^2} \frac{\partial^{n-1} K_r(a^2 \xi)^n}{\partial (a^2)^{n-1}}$$

représentera une fonction de la même nature que $K_r(a^2 \xi)^n$ divisée par a^{2n} .

Donc, comme toutes les fonctions considérées sont paires par rapport à ψ , on peut conclure que ζ_r sera une fonction entière des arguments

$$a, \quad \sin \theta \cos \psi, \quad \cos \theta$$

de degré ne dépassant pas $mr - 2$ par rapport à a et de degré ne dépassant pas mr par rapport aux deux derniers arguments; mais $a^2\zeta_r$ ne sera pas une fonction entière des arguments (27). Cette fonction sera paire par rapport à $\cos \theta$ et paire ou impaire par rapport à $\sin \theta \cos \psi$, ainsi que par rapport à a , selon que mr est pair ou impair.

Du reste on peut arriver à des conclusions plus précises au sujet des fonctions ξ_r et ζ_r , comme nous le montrerons dans la seconde Partie de ce Mémoire.

13. La fonction ζ que nous venons de déterminer convient-elle au problème que nous nous sommes proposé? En d'autres termes, satisfait-elle à l'équation (8)?

Cela est hors de doute pour des valeurs assez petites de a , puisque les développements en séries que nous avons employés sont alors toujours légitimes, pourvu que $|\alpha|$ et $|\zeta|$ soient assez petits. Mais, pour des valeurs de a

voisines de 1, ces développements ne sont possibles que sous une certaine condition. Il faut donc encore voir si cette condition est vérifiée par la solution obtenue.

Au n° 8 nous avons signalée une condition suffisante de cette espèce: c'est la seconde des inégalités (18), où g est un nombre suffisamment petit. Voyons si notre fonction ζ satisfait à cette condition.

D'après la proposition établie dans le *Mémoire Sur les séries de polynomes*, ζ sera une fonction analytique des arguments a , $\sin\theta \cos\psi$, $\cos\theta$ et α , qui n'aura pas de points critiques sous des conditions de la forme

$$|a| \leq A, \quad |\sin\theta \cos\psi| \leq p, \quad |\cos\theta| \leq p, \quad |\alpha| \leq A,$$

où l'on peut prendre, pour A et p , des nombres aussi grands qu'on veut, pourvu qu'on fasse A suffisamment petit. On peut donc supposer $A > 1$, $p > 1$, et alors, quelles que soient les valeurs réelles de θ et ψ et quelle que soit la valeur de a dans l'intervalle $(0,1)$, la fonction ζ admettra les dérivées partielles par rapport à a , $\sin\theta \cos\psi$, $\cos\theta$ de tous les ordres, et ces dérivées pourront être rendues aussi petites en valeurs absolues qu'on voudra, en faisant $|\alpha|$ suffisamment petit.

Or, s'il en est ainsi, la seconde des inégalités (18) sera satisfaite, pourvu que la valeur $\zeta(1)$ que prend la fonction ζ pour $a = 1$ soit égale à $\bar{\zeta}$.

Donc tout revient à prouver l'égalité

$$(28) \quad \zeta(1) = \bar{\zeta},$$

et, pour le faire, il n'y a qu'à tenir compte de la remarque que nous avons faite au n° 10, d'après laquelle on aura

$$C\bar{\zeta} + \bar{S} = J(\sqrt{1+\bar{\zeta}}).$$

En effet, en vertu de cela, l'égalité (16) pourra s'écrire

$$(R+c)\bar{\zeta} = F(\sqrt{1+\bar{\zeta}}).$$

On aura donc bien l'égalité (28), puisque l'équation

$$(R+c)x = F(\sqrt{1+x})$$

n'a qu'une seule solution tendant, pour $\alpha = 0$, vers zéro.

Il est donc certain que la solution obtenue représente la fonction ζ qu'il fallait déterminer, quel que soit a dans l'intervalle $(0,1)$.

On voit que cette solution peut être prolongée au-delà de la valeur $a = 1$. Mais alors elle cesse de satisfaire à l'équation (8) et n'est en aucune relation avec le problème considéré, car les équations (5), ζ étant remplacé par cette solution, ne représenteront pas, pour $a > 1$, les surfaces de niveau extérieures à la figure d'équilibre.

14. L'analyse précédente est basée sur un procédé qui mérite d'être signalé expressément, puisqu'il peut être utile en plusieurs occasions.

Ce procédé consiste à remplacer l'équation qu'il faut résoudre, et qui présente certaines difficultés, par une autre équation, qui ne soit plus sujette à ces difficultés, mais qui, sans être absolument équivalente à l'équation primitive, conduise néanmoins à la solution qu'il fallait déterminer.

Et en effet, l'équation (23), par laquelle nous avons remplacé l'équation (8), ne lui est pas équivalente, car le second membre de l'équation (23) est une fonction analytique de ζ , tandis que le second membre de l'équation (8) ne l'est pas, du moins, pour $a = 1$.

D'ailleurs, même pour des valeurs de a plus petites que 1, les deux équations ne sont équivalentes que sous une certaine condition. C'est ce qu'on voit en attribuant à a et ζ des valeurs fixes et en faisant tendre α vers zéro. Le second membre de l'équation (23) tendra alors toujours vers zéro, tandis que le second membre de l'équation (8) ne tendra vers zéro que si l'on a $a\sqrt{1+\zeta} \leq 1$, et quand les valeurs attribuées à a et ζ , a étant plus petit que 1, satisfont à l'inégalité $a\sqrt{1+\zeta} > 1$, le second membre de l'équation (8) tendra vers la fonction $\frac{G}{a^2}$ considérée au n° 8, qui a toujours une valeur positive.

Si néanmoins le remplacement de l'équation (8) par celle (23) était légitime, c'est parce que nous avons admises les conditions (18) et (19), en vertu desquelles, a étant compris entre 0 et 1, α ne peut tendre vers zéro que si $a\sqrt{1+\zeta} < 1$. En effet, comme d'après (19) le nombre g doit être plus petit que 1, la seconde des inégalités (18), en y faisant $\cos \varphi = 1$, $\alpha = 0$, se réduit à

$$|\zeta| < 1 - a,$$

ce qui donne

$$a^2(1 + \zeta) < a^2(2 - a) < 1.$$

Toutefois les conditions (18) et (19) ne sont que des conditions suffisantes, et tout ce qui était nécessaire, c'est que S fût développable suivant les ordres relatifs à ζ et $\bar{\zeta}'$.

Or il est facile de s'assurer qu'un pareil développement sera certainement impossible, si l'on peut trouver des valeurs de a , θ , ψ , (a étant compris entre 0 et 1), telles que l'inégalité

$$|\zeta - \bar{\zeta}| > (1 - a^2)(1 + \zeta)$$

soit remplie*. On doit donc avoir

$$|\zeta - \bar{\zeta}| \leq (1 - a^2)(1 + \zeta),$$

quels que soient a , θ , ψ , et cette condition, en y posant $\alpha = 0$, se réduit à

$$|\zeta| \leq (1 - a^2)(1 + \zeta),$$

ce qui donne $a^2(1 + \zeta) \leq 1$.

* Il suffit, pour cela, de considérer l'intégrale

$$\int_0^Z \frac{\sqrt{1+v} dv}{D(a, \sqrt{1+v})}$$

dans le cas de $\theta' = \theta$, $\psi' = \psi$.

О зародышевыхъ листахъ у сальпъ. Наблюденія надъ *Salpa fusiformis*.

В. В. Заленскаго.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 17 февраля 1916 г.).

Своеобразные процессы развитія сальпъ, при которыхъ въ построеніи зародыша принимаютъ главное участіе неоплодотворенные элементы, оставляютъ мало надежды на то, чтобы мы могли тамъ встрѣтить типическое образованіе зародышевыхъ листовъ, свойственное всѣмъ другимъ животнымъ. Поэтому вопросъ о зародышевыхъ листахъ у сальпъ составляетъ самый запутанный изъ всѣхъ вопросовъ сложнаго и рѣзко отличающагося отъ другихъ животныхъ развитія сальпъ. На какую бы точку зрѣнія мы ни стали: будемъ ли мы согласно съ Тодаро, Гейдеромъ и Коротневымъ считать, что зародышъ развивается исключительно изъ дерматовъ оплодотвореннаго яйца, или будемъ придерживаться другихъ взглядовъ, и въ томъ, и въ другомъ случаѣ ясной и опредѣленной гомологіи между зачатками органовъ сальпъ и зародышевыми листьями другихъ животныхъ мы не встрѣтимъ. Какъ я убѣдился на развитіи *S. zonaria*, между зачатками органовъ сальпъ и зародышевыми листьями другихъ животныхъ существуетъ, однако, аналогія, выражающаяся въ томъ, что изъ опредѣленныхъ слоевъ зачатка у сальпъ развиваются опредѣленные органы, подобно тѣмъ какъ они развиваются изъ зародышевыхъ листовъ. Но гомологія этихъ зачатковъ съ зародышевыми листьями мѣшаетъ то, что у сальпъ они происходятъ изъ неоплодотворенныхъ элементовъ, у другихъ — изъ потомковъ оплодотвореннаго яйца. Въ этомъ же смыслѣ я высказался уже въ моей прежней работѣ, гдѣ я сравнивалъ развитіе сальпъ съ развитіемъ другихъ животныхъ. Мой взглядъ былъ противоположенъ взгляду высказанному Тодаро.

Тодаро¹ (стр. 15—17) утверждаетъ, что первичная пищеварительная полость у салпъ образуется такъ-же какъ у многог, осетровъ и у лягушекъ. Слѣдовательно, эктодермъ происходитъ изъ бластодермическаго пузыря; энтодермъ — посредствомъ внячпванія внутренняго слоя бластодермы, а мезодермъ — изъ центральной массы зародышевыхъ клѣтокъ. Я обсуждалъ этотъ взглядъ уже въ моей прежней работѣ (Neue Untersuch. etc.) и показаль несостоятельность его касательно сходства развитія салпъ съ развитіемъ упомянутыхъ позвоночныхъ животныхъ. Тодаро самъ, очевидно, поняль несостоятельность своего взгляда, такъ какъ не упоминаетъ о немъ въ своихъ послѣдующихъ работахъ. Никто изъ позднѣйшихъ эмбриологовъ также не поддержаль взглядовъ Тодаро, такъ что въ настоящее время они имѣютъ только историческій интересъ.

Бруксъ² также желаетъ привести зачатокъ салпъ къ типу гастрюла и полагаетъ, что фолликулярный эпителий можетъ быть разсматриваемъ какъ бластодермическій пузырь, который образуетъ, путемъ размноженія и миграціи своихъ клѣтокъ внутрь, зачатокъ гастральной полости, или лучше сказать энтодермъ. Такимъ образомъ, слѣдовательно, получаютъ первые два зародышевые листа и имѣется сходство съ типомъ инвагинаціонной гастрюлы. Не трудно, однако, увидѣть изъ схемъ и рисунковъ Брукса, что такое сходство чисто вѣшнее. Инвагинаціонная гастрюла строится у всѣхъ животныхъ изъ бластомеръ, т. е. дериватовъ оплодотвореннаго яйца; у салпъ же, если принять даже сходство ихъ яйцевой камеры заключающей зачатокъ съ гастрюлой, происхожденіе эктодерма и энтодерма совершенно различно. Эктодермъ образуется изъ фолликула, т. е. состоитъ изъ дериватовъ неоплодотворенныхъ клѣтокъ, а энтодермъ, т. е. та часть зародыша, которую мы назвали «зачаткомъ» (см. мою статью «Сегментация яйца *Salpa fusiformis*» въ ИАН., 1916 г., № 5), образуется изъ бластомеръ (дериватовъ оплодотвореннаго яйца) и калиммоцитовъ (дериватовъ фолликулярнаго эпителия). Этотъ послѣдній выводъ, къ которому я пришелъ на основаніи своихъ изслѣдованій надъ развитіемъ *S. zonaria*, и который я могу подтвердить на изслѣдованномъ мною теперь развитіи *S. fusiformis* и *S. maxima-africana* говоритъ въ пользу теоретическихъ соображеній Брукса, но сдѣлать изъ этого выводъ, что сходство такого

¹ Fr. Todaro. Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle salpe. (Atti della R. Accademia dei Lincei. 2 ser. Vol. II, 1875).

² W. K. Brooks. The Genus Salpa (Memoirs from the Biological Laboratory of the John Hopkins University Baltimore 1893).

развитія произошло путемъ эволюціи изъ типичныхъ формъ инвагинированной гастролы и затрудняюсь именно на основаніи указанныхъ выше коренныхъ различій между происхожденіемъ типичной гастролы животныхъ и сходной съ ней по формѣ яйцевой камеры салпъ, заключающей внутри себя зачатокъ. Тѣмъ не менѣе я считаю взглядъ Брукса на зародышевые листы салпъ наиболѣе правильнымъ, конечно настолько, насколько онъ касается превращенія частей яйцевой камеры и зачатка въ такъ называемые зародышевые листы.

— Къ совершенно другимъ выводамъ относительно образованія зародышевыхъ листовъ приходитъ Гейдеръ¹. По его мнѣнію крупные бластомеры даютъ начало мезоэнтодерму, мелкіе — эктодерму. Какъ и въ главѣ о сегментациі, и здѣсь эти выводы отличаются субъективностью и мало обоснованы. Я считаю нужнымъ особенно обратить вниманіе на то, что Гейдеръ рассматриваетъ фолликулъ, или стѣнку яйцевой камеры какъ дѣтскую камеру, а зародышъ образуется, по его мнѣнію, исключительно изъ зачатка. Это объясняется тѣмъ, что онъ недостаточно прослѣдилъ измѣненіе фолликула во время образованія плаценты, не видѣлъ образованія изъ него крышки плаценты, а это въ связи со взглядомъ на фолликулъ, какъ на придаточную часть зародыша повело его къ совершенно ложнымъ, какъ увидимъ, заключеніемъ относительно зародышевыхъ листовъ и органогенеза у *S. fusiformis*.

Въ моей статьѣ о «Сегментациі яйца *S. fusiformis* я привожу рисунокъ разрѣза зародыша салпъ въ началѣ образованія клоакальных складокъ. Этотъ рисунокъ для большей ясности и удобства я повторяю здѣсь (фиг. 1). Наружный слой зародыша представляетъ клоакальный колпачекъ (*cp*), который внизу непосредственно переходитъ въ плаценту (*pl*), внизу которой образуются клоакальныя складки (*cf*). Подъ клоакальнымъ колпачкомъ, который сохранилъ свое клѣточное строеніе только въ нижней части, въ верхней же обратился въ тонкую безструктурную оболочку, лежитъ яйцевая камера вплотную наполненная зачаткомъ, состоящимъ изъ бластомеръ и калиммоцитовъ. Стѣнку яйцевой камеры, однако, очень ясно можно отличить отъ зачатка, равно какъ легко видѣть, что она внизу переходитъ въ кровообразовательную почку (*bs*). Стѣнка яйцевой камеры составляетъ слѣдовательно наружный слой зародыша, непосредственно прикрываемый клоакаль-

¹ K. Heider. Beiträge zur Embryologie von *Salpa fusiformis* Cuv. (Abhandl. d. Senkenbergischen naturf. Gesellschaft. Bd. XVIII, 1895).

нымъ колпачкомъ. Внутренность зародыша состоитъ изъ калиммоцитовъ, окружающихъ три громадныя бластомеры.

Я нарочно привожу эту фигуру, потому что у Гейдера приведенъ рисунокъ почти той же стадіи развитія (ср. его fig. 5, 6, 7), съ которымъ очень важно сравнить мой рисунокъ, такъ какъ это сравненіе можетъ сразу выяснитъ разницу въ нашихъ взглядахъ. Самое существенное различіе въ моемъ толкованіи этого разрѣза сравнительно съ Гейдеровскимъ заключается въ томъ, что Гейдеръ считаетъ стѣнку яйцевой камеры, которую



Фиг. 1. Продольный разрѣзъ черезъ зародыша во время образованія клоакальных складокъ (*p*); *bl* — бластомера; *ep* — клоакальный колпачекъ; *pl* — плацента; *bs* — кроветворная почка.

онъ называетъ внутреннимъ зародышевымъ мѣшкомъ (innere Embryosack) за провизорное образованіе, не принимающее никакого участія въ постройкѣ зародыша, я же считаю его частью зародыша. Онъ утверждаетъ, что эта часть зародыша срастается съ клоакальнымъ колпачкомъ. Этотъ послѣдній взглядъ Гейдера происходитъ оттого, что онъ не прослѣдилъ детально судьбы клоакальнаго колпачка (Epithelialhügel, какъ называлъ его прежде я и какъ называетъ его онъ. Если-бы онъ внимательно прослѣдилъ судьбу колпачка, то убѣдился бы въ томъ, что онъ даже и въ описываемую теперь стадію, сплюсчивается въ большей

части своей поверхности, а въ слѣдующихъ стадіяхъ совершенно пропадаетъ. Онъ могъ бы убѣдиться также, что стѣнка яйцевой камеры, фолликулъ, или какъ онъ называетъ внутренняя пластинка зародышеваго мѣшка, напротивъ, весьма ясно различается и въ слѣдующихъ стадіяхъ развитія и представляетъ слой кѣтокъ, изъ котораго развивается кожа зародыша и всѣ такъ называемые эктодермальные органы, т. е. превращается въ эктодерму. Понятно, что, незамѣтивъ настоящаго эктодерма, онъ долженъ былъ искать его въ другихъ мѣстахъ, т. е. въ кѣткахъ зачатка, и отсюда происходитъ разница

въ его взглядахъ сравнительно съ моими относительно происхожденія различныхъ органовъ изъ извѣстныхъ зародышевыхъ листовъ, т. е. другими словами совершенно различное пониманіе строенія зародыша.

Непосредственно вслѣдъ за началомъ образованія клоакальных складокъ форма зародыша измѣняется. Зародышъ сильно расширяется и кажется поэтому нѣсколько ниже, чѣмъ онъ былъ раньше. Гораздо существеннѣе, однако, его внутреннія измѣненія. Собственно говоря, гистологическій составъ его не измѣнился, но измѣнилось нѣсколько расположеніе клѣтокъ, и главнымъ образомъ бластомеръ. Послѣдніе начинаютъ располагаться въ правильномъ порядкѣ въ два ряда, какъ это хорошо видно на фиг. 2. Попарно расположенныя громадныя бластомеры занимаютъ положеніе параллельно продольной оси зародыша, ограничивая съ обѣихъ сторонъ осевую часть зародыша и двѣ боковыя части, занятыя многоугольными каллимоцитами. Это расположеніе, какъ увидимъ, имѣетъ важное значеніе, такъ какъ представляетъ первую оріентацію зародышевыхъ листовъ. Центральная часть представляетъ зачатокъ клоаки, слѣдовательно, можетъ быть признана за энтодермъ. Периферическія части, лежація въ рядовъ бластомеръ впослѣдствіе даютъ начало блуждающимъ клѣткамъ и мышцамъ зародыша, слѣдовательно, представляютъ мезодермъ. Такъ какъ обѣ эти части въ описываемой стадіи развитія соединены и составляютъ общую внутреннюю массу зародыша, то мы можемъ эту послѣднюю назвать мезоэнтодермомъ. Полость яйцевой камеры въ этой стадіи развитія совершенно исчезла вслѣдствіе переполненія внутренней массой клѣтокъ, которая со всѣхъ сторонъ непосредственно прилегаетъ къ наружному слою клѣтокъ, т. е. къ стѣнкѣ яйцевой камеры. Этотъ наружный слой даетъ впослѣдствіе начало кожѣ и нервной системѣ, слѣдовательно онъ можетъ быть признанъ за эктодермъ. Онъ образуетъ, по прежнему, эпителиальный мѣшокъ, облегающій мезо-энтодермальную массу клѣтокъ. Верхняя часть его, конечно, выпукла, соответственно формѣ зародыша, нижняя, ограничивающая зародышъ отъ полости плаценты, плоская. Она превращается потомъ въ крышу плаценты и обособляется отъ верхней. Теперь же обѣ эти части образуютъ одно цѣлое.

Клоакальный колпачекъ почти совсѣмъ исчезъ, хотя, слѣдуетъ замѣтить, что на нѣкоторыхъ разрѣзахъ изъ болѣе позднихъ стадій развитія, остаются еще иногда его клѣтки.

Вслѣдствіе исчезанія клоакальнаго колпачка, стѣнки плаценты верхними своими частями слипаются иногда съ эктодермомъ.

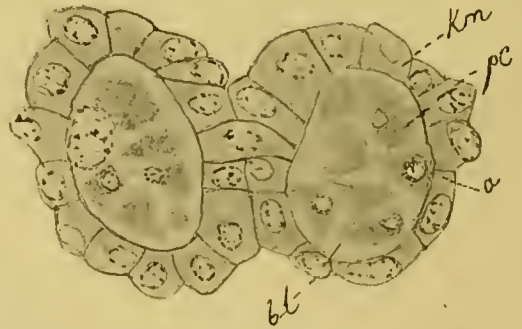
Судя по незначительной величинѣ клоакальныхъ складокъ, эта стадія развитія недалеко ушла отъ предыдущей.

Изъ всѣхъ описанныхъ частей зародыша наиболѣе важною является центральная или энтодерма, такъ какъ въ ней очень скоро начинается образованіе клоакальной полости. Поэтому я остановлюсь нѣсколько подробнѣе на ея формѣ. Хотя форма ея не обозначилась вполне, но и теперь уже, по ея отношенію къ бластомерамъ, можно легко опредѣлить зачатки отдѣльныхъ частей будущей клоаки. Форма энтодерма крестообразная. Въ ней можно различить осевую часть, въ которой скоро появляется полость и двѣ боковыя — поперечныя. Положеніе осевой части само собою понятно; боковыя части въ видѣ двухъ отростковъ идутъ въ стороны между верхними и нижними бластомерами. Въ осевой части (en_1) можно въ свою очередь различить верхній маленькій отрѣзокъ, который верхнимъ концомъ упирается въ верхнюю часть энтодерма, и нижній большой, который книзу расширяется и упирается въ крышу плаценты. Самая существенная часть энтодерма есть та, которая лежитъ между четырьмя бластомерами, центральный отдѣлъ ея, и служитъ собственно зачаткомъ клоакальной полости, а боковыя части (en) служатъ зачаткомъ вѣтвей клоакальной полости или жаберныхъ трубокъ.

Фиг. 2.



Фиг. 2А.



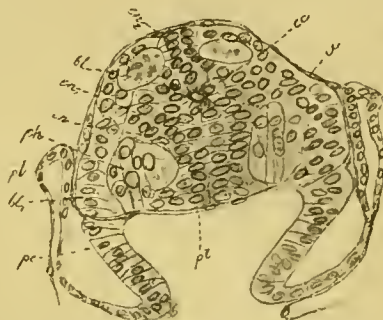
Фиг. 2. Поперечный разрѣзъ черезъ зародыша *S. fusiformis* въ стадіи передъ образованіемъ клоакальной полости. *ok (lc)* — стѣнка яйцевой камеры, превратившаяся въ эктодермъ; *bl* — нижнія бластомеры; *pt* — крыша плаценты (нижняя часть стѣнки яйцевой камеры); *pc* — плацента; *bl* — верхнія бластомеры; *en* — центральная часть энтодерма; *me* — мезодермъ; *pl* — клоакальныя складки. (Увелич. Аросн. 4 + Im. I, 5; уменьш. вдвое).

Фиг. 2А. Двѣ бластомеры (*bl*) изъ той же серіи разрѣзовъ, въ которыхъ парцеллы (*pc*) превратились въ клѣтки, получивъ ядра. Вокругъ бластомеръ каллимоциты (*kn*).

Переходимъ къ слѣдующей стадіи развитія, гдѣ клоакальныя складки выросли почти до половины зародышеваго тѣла (фиг. 3). Поперечный раз-

рѣзь, который мы будемъ сейчасъ изслѣдовать, проведенъ не совсѣмъ прямо, онъ немного уклонился въ одну сторону, что видно уже по величинѣ складокъ, которыя направо выше, чѣмъ налѣво, вслѣдствіе этого и нижній рядъ правыхъ бластомеръ не попалъ въ разрѣзь. Въ этомъ разрѣзѣ мы сразу замѣчаемъ два существенныхъ измѣненія. Во 1-хъ въ центральной части энтодерма какъ разъ между обѣими отходящими въ стороны вѣтвями, образуется маленькая полость (фиг. 3 *ec*), которая на этомъ разрѣзѣ видна въ видѣ маленькаго отверстія. Эта полость есть зачатокъ клоакальной полости. Она образуется вѣроятно вслѣдствіе разступленія энтодермическихъ кѣлокъ и такъ мала, что видна только на одномъ разрѣзѣ.

Во 2-хъ въ нижней части мезоэнтодерма, въ стороны отъ бластомеръ, образуются двѣ симметричныя группы большихъ высокихъ кѣлокъ (фиг. 3 *ph*), которыя, какъ увидимъ дальше, составляютъ зачатки глотки (*pharynx*). Эти группы кѣлокъ лежатъ въ сторонѣ отъ энтодерма, но уже въ этой стадіи развитія мы можемъ замѣтить, что нижняя часть энтодерма расширяется въ стороны подъ нижними бластомерами и почти соприкасаются съ зачатками глотки. На это я обращаю вниманіе потому что въ дальнѣйшихъ стадіяхъ развитія энтодермъ соединяется съ зачатками глотки.



Фиг. 3. Поперечный разрѣзь черезъ зародышъ *S. fusiformis* въ стадіи появленія клоакальной полости (*ec*); *ec* — эктодерма; *en* — осевая часть эктодерма; *en₁* — боковая вѣтвь, и *en₂* — верхній отдѣлъ осевой части энтодерма; *ph* — большія кѣлки изъ которыхъ образуются зачатки глотки (глотовныя складки); *pc* — стѣвки плаценты; *pl* — крыша плаценты; *pl* — клоакальныя складки (Ос. 4 + Im. 1, 5, уменьш.).

Слѣдуетъ отмѣтить также сильное размноженіе кѣлокъ энтодерма, осевая часть котораго значительно утолщается и состоитъ теперь не изъ двухъ, а изъ четырехъ рядовъ кѣлокъ (фиг. 3 *en*). Между двумя центральными рядами кѣлокъ является уже теперь тонкая осевая линия, которая составляетъ зачатокъ продольной щели, соединяющей впоследствии полость клоаки съ возобновляющеюся полостью яйцевой камеры (полостью тѣла).

Въ этомъ разрѣзѣ я долженъ отмѣтить чрезвычайную сплюснутость кѣлокъ эктодерма (*ec*), которыя очевидно въ извѣстное время утончаются, впоследствии становятся толще. Также тонка и крыша плаценты, связь которой съ энтодермомъ (т. е. съ прежней стѣнкой яйцевой камеры) теперь довольно ясна.

Въ слѣдующей стадіи развитія, когда клоакальныя складки достигаютъ почти $\frac{2}{3}$ высоты, клоакальная полость зародыша значительно увеличивается (фиг. 4 *cc*). Она имѣетъ теперь треугольную форму; центральная часть ея удлиняется заостреннымъ концомъ внизъ и переходитъ въ тонкую линію между клетками осевой части энтодерма, превращающуюся потомъ въ щель для соединенія клоакальной полости съ полостью яйцевой камеры, (клоакальный каналъ) въ стороны она удлиняется въ отростки, будущія полости жаберныхъ мѣшковъ клоаки (фиг. 4 *br*). Эпителиальные энтодермическія клетки, ограничивающія клоакальную полость и будущую клоакальную щель цилиндрическія и расположены въ одинъ слой, тогда какъ въ предыдущей стадіи развитія онѣ располагались въ нѣсколько слоевъ. Я думаю, что это можно



Фиг. 4. Поперечный разрѣзъ зародыша *S. fusiformis* въ стадіи дальнѣйшаго развитія клоаки. Клоакальная полость увеличилась, и видны боковыя ея расширенія, служащія зачатками жаберныхъ мѣшковъ (*br*). Произошло соединеніе зачатка клоаки съ зачатками глотки. Остальныя буквы какъ и на предыдущихъ фигурахъ. (Ос. 4 -+ Im. 1,5, уменьш. вдвое).

было бы объяснить перемѣщеніемъ ихъ, а не исчезаніемъ нѣкоторыхъ клетокъ, такъ какъ слѣдовъ такого исчезанія не видно.

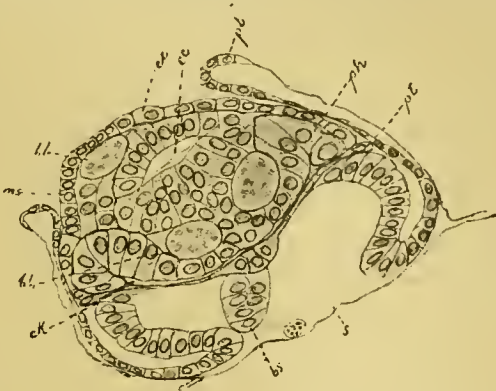
Въ нижней части зародыша произошло полное соединеніе нижней части энтодерма съ зачатками глотки, намѣченное въ предыдущей стадіи. Теперь обѣ симметричныя части энтодерма, составляющія непосредственное продолженіе стѣнокъ глотки расходятся въ стороны въ видѣ двухъ эпителиальныхъ пластинкокъ (фиг. 4 *cn*), проходятъ подъ нижними blastomeres и соединяются съ зачатками глотки. Нижнія blastomeres совершенно заключены между всѣми этими частями энтодерма.

Зачатки глотки (фиг. 4 *ph*) состоятъ изъ громадныхъ клетокъ, расширенныхъ вверху и суженныхъ внизу. Каждый зачатокъ, по расположенію своихъ клетокъ, имѣетъ такимъ образомъ форму вѣера. Въ настоящей стадіи развитія они не имѣютъ еще форму складокъ.

Эктодермъ соединенъ по прежнему съ крышею плаценты, съ которою вмѣстѣ онъ образуетъ мѣшокъ, внутри котораго находится мезоэнтодермъ съ заложеными въ немъ органами. Однако, обособленіе крыши плаценты отъ энтодерма уже начинается. Нижній край эктодерма состоитъ изъ утолщенныхъ клетокъ и рѣзко выступаетъ наружу. Наружныя края крыши плаценты состоятъ изъ удлиненныхъ клетокъ, которые припикаютъ между

плацентой и зачаткомъ глотки и прикрѣпляются своими концами къ внутренней сторонѣ клѣтокъ эктодерма. Такимъ образомъ, хотя обособленіе энтодерма отъ плацентной крышки произошло, тѣмъ не менѣе обѣ эти части связаны еще плотно другъ съ другомъ.

Въ слѣдующей стадіи развитія (фиг. 5), гдѣ клоакальныя складки достигаютъ уже верхней части зародыша происходить далѣйшее развитіе зачатковъ глотки и начинается возстановленіе полости яйцевой камеры (фолликулярной полости). Разрѣзъ прошелъ не совсѣмъ правильно вслѣдствіе этого не всѣ бластомеры видны на немъ. Подъ нижними бластомерами лежитъ соединительная пластинка между клоакальнымъ зачаткомъ и зачатками глотки (фиг. 5). Въ этихъ послѣднихъ произошли очень существенныя измѣненія заключающіяся въ слѣдующемъ. Клѣтки зачатковъ стали сравнительно съ прежнимъ ниже и приобрѣли видъ клѣтокъ цилиндрическаго эпителия. Соединительныя пластинки вмѣстѣ съ зачатками глотки представляютъ теперь двѣ эпителиальныя пластинки: правую и лѣвую, соединенныя въ срединѣ зародыша съ нижнею частью глоточнаго зачатка. Всѣ эти образованія вмѣстѣ составляютъ теперь одно общее цѣлое, которое можетъ быть названо общимъ именемъ энтодермъ. Верхняя



Фиг. 5. Поперечный разрѣзъ черезъ зародышъ *S. fusiformis* во время образованія глоточныхъ или фарингеальныхъ складокъ (*ph*). Остальныя буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ. (Zeiss. ос. 4 — Im. 1,5, уменьш. вдвое).

часть его составляетъ зачатокъ клоаки; нижняя — зачатокъ глотки. Последняя составляетъ двѣ пластинки, направленные въ стороны и состоящія въ центральныхъ частяхъ, гдѣ онѣ соединяются съ зачаткомъ клоаки, изъ меньшихъ клѣтокъ, чѣмъ по бокамъ. Боковыя части этихъ пластинокъ (фиг. 5 *ph*) подгибаются своими концами внизъ, образуя такимъ образомъ двѣ складки, глоточныя или фарингеальныя складки, верхнія стѣнки которыхъ обращены къ мезодерму, нижнія окончивающіяся нѣсколькими заостренными концами, лежатъ на крышѣ плаценты. Верхняя стѣнка складки, когда зачатки глотки вырастаютъ, будетъ составлять стѣнку глотки обращенную къ центру, а нижняя — обращенную наружу. Между этими стѣнками образуется, само собою разумѣется, целевидныя полости, которыя составляютъ зачатки

полости глотки. Какъ разъ въ это время нижняя часть мезоэнтодерма отстаетъ отъ крыши плаценты. Между этими двумя образованіями образуется узкая полость (фиг. 5 sk), которая есть ничто иное, какъ прежняя полость яйцевой камеры, исчезнувшая тогда, когда яйцевая камера наполнилась клѣтками зачатка; она возстановилась теперь, когда эти клѣтки, въ видѣ мезоэнтодерма отстали отъ ея нижней стѣпки, т. е. крыши плаценты. Въ эту полость открываются теперь съ двухъ сторонъ оба зачатка глотки.

Все эти зачатки органовъ были описаны Гейдеромъ, но онъ ихъ толкуетъ иначе, чѣмъ я. Онъ совершенно правильно толкуетъ центральную полость, какъ полость клоаки, которую онъ же и открылъ, но считаетъ, что она образуется изъ углубленія эктодерма, а не изъ энтодерма, какъ я описалъ въ предшествующихъ строкахъ. Зачатки же глотки, которые я описалъ теперь, онъ считаетъ складками амниона, который будто бы существуетъ у сальпы. Не признавъ въ описанныхъ впервые имъ же складкахъ зачатковъ глотки, онъ долженъ былъ искать ихъ гдѣ-нибудь въ другомъ мѣстѣ; вслѣдствіе этого онъ даетъ уже само по себѣ мало вѣроятное описаніе образованія глотки изъ особаго скопленія клѣтокъ, внутри котораго появляется затѣмъ полость. Объ этомъ дальше.

Различіе въ нашихъ взглядахъ на способъ образованія клоаки и глотки у *S. fusiformis* объясняется двумя причинами. Во 1-хъ тѣмъ, что взгляды наши на построеніе зародыша изъ эмбриональных клѣтокъ (бластомеръ и калиммоцитовъ) различны. Онъ считаетъ, что зародышъ образуется только изъ клѣтокъ находящихся въ яйцевой камерѣ (моего «зачатка») и что стѣпка камеры (фолликулъ) не принимаетъ участіе въ построеніи зародыша. Я же считаю, что изъ фолликула образуется периферическая часть зародыша т. е. эктодермъ. Вслѣдствіе этого, у него въ центральной массѣ клѣтокъ, лежащихъ въ яйцевой камерѣ, въ моемъ «зачаткѣ» есть и эктодермъ, и мезодермъ съ энтодермомъ; у меня же зачатокъ представляетъ только мезо-энтодермъ. При такомъ взглядѣ, если бы клоака образовалась черезъ углубленіе периферическаго слоя клѣтокъ, лежащихъ внутри фолликула (его «Embryosack»), какъ онъ думаетъ, то онъ вправѣ былъ бы сказать, что клоака образуется черезъ углубленіе эктодерма. Этого конечно нѣтъ, и взглядъ его поэтому я считаю ошибочнымъ.

Вторая причина различія нашихъ взглядовъ заключается въ томъ, что Гейдеръ не изслѣдовалъ подробно самыхъ важныхъ стадій развитія, въ которыхъ именно и происходитъ образованіе клоаки и глотки. Въ правильности этого заключенія убѣдиться очень легко. Стоитъ только посмотре́ть

рисунки Гейдера и познакомиться такимъ образомъ съ матерьяломъ, съ которымъ онъ работалъ. На рисункѣ 8 (loc. cit. Taf. I) нарисованъ у него разрѣзъ черезъ позднѣйшую стадію сегментацин, при томъ ненормальную, какъ говоритъ Гейдеръ. На слѣдующемъ рисункѣ 9 изображенъ разрѣзъ черезъ зародыша, у котораго клоакальныя складки достигаютъ уже половины высоты зародыша. На этомъ рисункѣ виденъ ясно зачатокъ клоаки. Между этими двумя стадіями (loc. cit. рис. 8 и рис. 9) протекаетъ цѣлый рядъ образовательныхъ процессовъ, очень важныхъ, такъ какъ они касаются образованія клоаки. На стадіи рис. 9 зачатокъ клоаки уже открывается въ полость лицевой камеры, слѣдовательно ушелъ довольно далеко въ своемъ развитіи. Изъ этого я заключаю, что Гейдеръ совершенно не видѣлъ какъ развивается клоака; тѣмъ не менѣе онъ утверждаетъ, что она образуется въ видѣ углубленія эктодерма. Это заключеніе и не обосновано ни на чемъ, и не вѣрно. Мы видѣли, что никакого углубленія для клоаки не образуется, а клоакальная полость образуется въ плотномъ зачаткѣ эктодермы въ видѣ маленькой лакуны между клѣтками. Мы видимъ, что это заключеніе Гейдера также недостаточно аргументировано и также неосновательно, какъ и его утвержденіе относительно поѣданія каллимоцитовъ бластомерами и постройки зародыша исключительно этими послѣдними элементами.

Кромѣ Гейдера, эмбриологію *S. fusiformis* занимался также Коротневъ¹ и издалъ работу, главнымъ образомъ касающуюся органогенеза салпы. Коротневъ во многихъ отношеніяхъ расходится съ Гейдеромъ. Во 1-хъ Коротневъ утверждаетъ, что эктодерма *S. fusiformis* образуется изъ двухъ источниковъ: верхняя часть изъ — бластомеръ (бластоцитовъ, какъ онъ называетъ дериваты бластомеръ), боковыя части изъ каллимоцитовъ (loc. cit. p. 402—403). Во 2-хъ онъ отрицаетъ существованіе амниональных складокъ, но признаетъ существованіе амниональных полостей, полагая, что послѣднія происходятъ черезъ расщепленіе первоначально образующихся изъ двурядно расположенныхъ группъ каллимоцитовъ, между которыми образуется полость. По его мнѣнію эти полости открываются первоначально въ полость плаценты; послѣ закрыванія отверстій, ведущихъ въ полость плаценты, обѣ амниональныя складки сливаются вмѣстѣ и образуютъ одну обширную полость. Какова дальнѣйшая судьба этой полости Коротневъ не говоритъ. По всей вѣроятности онъ въ этомъ отношеніи сходится

¹ А. Korotneff. Zur Embryologie von *Salpa runcinata-fusiformis* (Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. LXII).

Извѣстія П. А. Н. 1916.

съ Гейдеромъ. Въ 3-хъ, Коротневъ расходится съ Гейдеромъ относительно образованія клоакальной и глоточной полостей. Относительно клоаки онъ говоритъ, что стѣнки ея образуются исключительно изъ калиммоцитовъ (стр. 402), которые, по его мнѣнiю, замѣняются бластомерами. Глоточная полость образуется отчасти изъ бластоцитовъ (бластомеръ), отчасти изъ калиммоцитовъ (стр. 402). Какъ образуется первый зачатокъ фарингеальной полости, объ этомъ Коротневъ совершенно не говоритъ. Онъ даетъ только рисунокъ разрѣза (фиг. 9, loc. cit.), на которомъ обѣ фаренгіальныя полости уже существуютъ. Подобно тому какъ и въ клоакальной стѣнкѣ, въ стѣнкѣ глотки бластоциты вытѣсняются мало по малу калиммоцитовъ.

Этотъ взглядъ совершенно соотвѣтствуетъ взгляду Брукса, о которомъ я говорилъ выше по которомъ Коротневъ здѣсь совершенно не упоминаетъ. Въ одной изъ слѣдующихъ статей я остановлюсь на этомъ процессѣ подробнѣе, такъ какъ онъ происходитъ въ болѣе позднихъ стадiяхъ развитiя.

Передавая сущность наблюденiй Коротнева я не буду останавливаться на ихъ критикѣ. Разница въ результатахъ нашихъ изслѣдованiй зависитъ отъ разницы въ наблюденiяхъ, а не въ толкованiи. Поэтому изъ изложенiя моихъ наблюденiй каждый можетъ составить себѣ представленiе насколько тѣ или другiя прочнѣе обоснованы.

Для болѣе основательнаго знакомства съ строенiемъ зародыша во время начальныхъ стадiй образованія клоаки и глотки необходимо изслѣдовать кромѣ поперечныхъ разрѣзовъ, еще и горизонтальныя; на нихъ мы можемъ составить себѣ правильное понятiе о формѣ энтодермы и расположенiя бластомеръ.

На фиг. 6 и 6а изображены два фронтальныхъ разрѣза зародыша изъ стадiи приблизительно находящейся между фиг. 4 и 5. Клоакальная полость уже появилась, но она меньше той, которая находится въ стадiи 4, и больше находящейся на стадiи 4. На фиг. 6 разрѣзъ прошелъ черезъ нижнюю часть зародыша, на фиг. 6А — черезъ верхнюю. Поэтому на фиг. 6 видны клоакальныя складки (*pc*) цѣлкомъ; въ переднемъ и на заднемъ концѣ онѣ уже спаяны между собою. На фиг. 6А разрѣзъ прошелъ только черезъ верхнiе края клоакальныхъ складокъ, лежащихъ по бокамъ зародыша. Энтодерма (фиг. 6 *en*) занимаетъ центральную часть тѣла зародыша и является въ видѣ плотной, а поэтому на разрѣзахъ болѣе темной пластинки, проходящей по осевой части зародыша, отъ передняго конца до задняго и дающей на всемъ протяженiи три пары боковыхъ отростковъ, положенiе которыхъ обуславливается положенiемъ бластомеръ: передняя пара лежитъ впереди

передней пары бластомеръ, средняя — между передней и задней парамп, а задняя позади задней пары. Эти отростки совершенно ясно ограничиваются бластомерамп, но концы ихъ непосредственно переходятъ въ мезодермъ. Въ нижней части зародыша находятся только двѣ пары бластомеръ: передняя и задняя, какъ это видно на прилагаемомъ рисункѣ. Кромѣ этихъ

Фиг. 6.



Фиг. 6А.



Фиг. 6, 6А. Два горизонтальных разрёза изъ нижней (фиг. 6) и изъ верхней части (фиг. 6А) зародыша въ стадіи образованія клоакальной полости. bl_2 — бластомеръ въ эктодермѣ; cl — клоака. Остальныя буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ. (Ос. 4 + Іш. 1,5; уменьш. вдвое).

бластомеръ видна еще на разрёзѣ одна бластомера въ задней части зародыша, проникшая въ эктодермъ (фиг. 6, bl_2). Вѣроятно это есть родопачальница тѣхъ бластомеръ, которыя скопляются въ болѣе позднихъ стадіяхъ развитія въ довольно большомъ количествѣ.

Такое же правильное распредѣленіе бластомеръ мы видимъ и въ верхней части зародыша, оно изображено на фиг. 6А. Здѣсь, однако, число бластомеръ немного больше, чѣмъ въ нижней части: ихъ находится 3 пары. Двѣ переднія пары совершенно соотвѣтствуютъ по своему положенію двумъ парамъ нижней части; третья же помѣщается позади отъ этихъ двухъ паръ. По своему строенію онѣ совершенно одинаковы.

На разрёзѣ изъ верхней части зародыша можно убѣдиться, что энтодермъ или зачатокъ клоаки имѣетъ уже полость (фиг. 6А) клоакальную, которой въ разрёзѣ фиг. 6 не видно, потому что разрёзъ прошелъ черезъ нижній отдѣлъ осевой части энтодерма (ср. фиг. 6 съ фиг. 4 и 5). Стѣнка клоаки въ верхней части не даетъ тѣхъ отростковъ, которые видны въ нижней между бластомерамп. Что касается гистологическаго строенія, то оно

одинаково въ верхней и нижней части энтодерма. Вездѣ зачатокъ клоаки состоитъ изъ многогранныхъ клѣтокъ съ мелкозернистымъ содержимымъ:

Изъ описаннаго сейчасъ расположенія бластомеръ среди зародышевыхъ клѣтокъ слѣдуетъ отмѣтить нѣсколько наиболѣе важныхъ фактовъ. Во 1-хъ весьма интересно правильное расположеніе бластомеръ внѣ зачатковъ клоаки и глотки. Мы видимъ изъ прилагаемыхъ сагиттальныхъ (фиг. 2, 3, 4 и 5) и фронтальныхъ разрѣзовъ (фиг. 6, 6 А), что бластомеры лежатъ попарно внѣ зачатка клоаки и глотки, а если мы примемъ эти зачатки за энтодермъ, то они слѣдовательно лежатъ въ мезодермѣ. Во 2-хъ также важно, что мы насчитали только 10 или 11 бластомеръ, изъ которыхъ двѣ лежатъ въ задней части зародыша близко къ эктодерму. Мы видѣли, что максимальное число бластомеръ въ концѣ сегментаціи есть 16; недостаетъ слѣдовательно 5. Онѣ лежатъ также въ задней части зародыша. Изъ этого мы видимъ, что можно, по положенію бластомеръ, различить центральныя и заднія. Оба эти рода бластомеръ, естественно, должны при дальнѣйшемъ развитіи органовъ попадать въблизи различныхъ органовъ и дальнѣйшая судьба ихъ должна быть различною. Въ 3-хъ мы можемъ вывести заключеніе, что въ образованіи зачатковъ органовъ бластомеры не принимаютъ никакого участія. Принимаютъ ли онѣ, или ихъ продукты, участіе въ возстановленіи органовъ, путемъ замѣщенія каллимоцитовъ, — это вопросъ, который можетъ быть рѣшенъ изученіемъ дальнѣйшихъ стадій развитія. Закладка же органовъ и зародышевыхъ листовъ происходитъ исключительно насчетъ каллимоцитовъ.

Несмотря, однако, на кажущійся одинаковый видъ бластомеръ въ позднихъ стадіяхъ сегментаціи и въ періодъ развитія зародышевыхъ листовъ, онѣ однако существенно измѣняются и эти измѣненія связаны съ такъ называемыми парцеллями, которые мы подробно разсмотрѣли въ статьѣ о сегментаціи *S. fusiformis* (см. ИАН., № 5, 1916). Мы видѣли, что парцелли составляютъ нечто иное, какъ искусственно отдѣленные при разрѣзѣ части лопастныхъ отростковъ плазмы бластомеръ. Въ цитированной сейчасъ статьѣ я указалъ на то, что въ этихъ лопастныхъ отросткахъ я тщетно искалъ ядеръ, о которыхъ говоритъ Гейдеръ, съ оговоркою, что они «неясны». Изслѣдуя бластомеры въ періодъ образованія зародышевыхъ листовъ, я на нѣкоторыхъ разрѣзахъ видѣлъ чрезвычайно ясныя ядра, въ большинствѣ же случаевъ онѣ дѣйствительно, хотя и могутъ быть констатированы, но неясны. Причиной этой неясности заключается, какъ мнѣ кажется, въ самомъ свойствѣ ядеръ. Ядра лопастныхъ отростковъ очень блѣдны,

вслѣдствіе очень незначительнаго количества содержащагося въ нихъ хроматина. Поэтому онѣ очень легко закрываются или затемняются зернистой плазмой, въ которой онѣ заключены. На тонкихъ разрѣзахъ, если притомъ ядро находится на краю плазмы, оно кажется очень яснымъ, какъ, напр., на фиг. 2А, парцелля *a*. Въ другихъ случаяхъ надо очень внимательно изслѣдовать парцелли для того, чтобы убѣдиться въ существованіи въ ней ядеръ. Конечно, увидѣвши разъ ясное ядро въ какой-нибудь парцеллѣ, не трудно будетъ открыть его и въ другихъ. На двухъ бластомерахъ, изображенныхъ на фиг. 2А въ шести парцелляхъ мнѣ удалось найти ядра, которыя и парисованы. Эти ядра имѣютъ форму овальныхъ или круглыхъ пузырьковъ, наполненныхъ прозрачною свѣтлою жидкостью и заключающихъ одно или рѣже нѣсколько точечныхъ зернышекъ хроматина. Въ сущности онѣ походятъ пузыревидною формою и строеніемъ на ядро бластомеры, но конечно несравненно мельче послѣдняго и снабжены гораздо меньшимъ количествомъ хроматина. Отсюда мы видимъ, что парцелли или лопастные отростки суть дѣйствительно настоящія клѣтки. Откуда же происходятъ ихъ ядра? Это вопросъ въ техническомъ отношеніи очень трудно рѣшить опять таки вслѣдствіе зернистости протоплазмы, окружающей ядро бластомеры. Мнѣ кажется, однако, что я могу съ увѣренностью сказать, что эти ядра происходятъ изъ ядра бластомеры. Не говоря о томъ, что самая парцелля есть часть бластомеры, такъ какъ образуются изъ ея плазмы; поэтому весьма вѣроятно, что и ядро ея образуется изъ ядра бластомеры, я могу привести еще въ доказательство моего мнѣнія аналогичные факты, которые я наблюдалъ у *Salpa zonaria*. У этой салпы мною описано эндогенное размноженіе бластомеръ, похожее на почкованіе, слѣдствіемъ котораго является въ капсулѣ, заключающей бластомеру много мелкихъ клѣтокъ, описанныхъ мною подъ именемъ «бластомерныхъ клѣтокъ» (Blastomerzellen). Мнѣ удалось весьма ясно видѣть процессъ образованія этихъ клѣтокъ. Онъ заключается въ томъ, что ядро бластомеры отдѣляется отъ себя маленькія пузыревидныя почки, заключающія по одному точечному зернышку хроматина. Въ это время плазма бластомеры распадается на множество мелкихъ кусочковъ, островковъ, лежащихъ вблизи ядра. Какъ только отъ ядра отдѣлится пузыревидная почка, тотчасъ же она окружается комочкомъ плазмы; такимъ образомъ комочекъ плазмы съ ядромъ въ срединѣ превращается въ клѣтку (бластомерную), которая за тѣмъ ползетъ отъ ядра къ периферіи бластомеры и тамъ остается. Подобный же способъ образованія ядеръ изъ ядра бластомеры совершается по всей вѣроятности и у *Salpa fusiformis*. Здѣсь, правда, плазма бластомеры

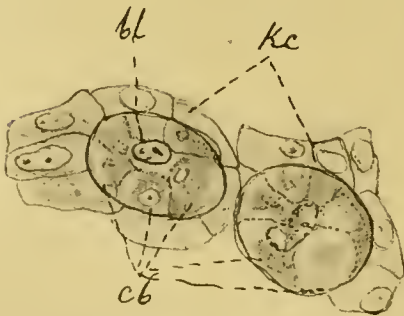
не распадается на комочки, или островки, но она разрастается въ лопастные отростки, которые, какъ увидимъ дальше, также отдѣляются отъ общей плазмы бластомеры. Аналогія между обоими этими явленіями подтверждается еще болѣе и сходствомъ дальнѣйшей судьбы парцелль съ бластодермными клѣтками *S. zonaria*. Они также превращаются въ клѣтки, которыя съ полнымъ правомъ могутъ считаться гомологичными бластодермнымъ клѣткамъ *S. zonaria*.

Сходство въ образованіи клѣтокъ изъ парцелль у *S. fusiformis* съ образованіемъ бластомерныхъ клѣтокъ у *S. zonaria* подкрѣпляется и аналогіею въ дальнѣйшемъ развитіи этихъ клѣтокъ. У *S. zonaria*, послѣ того какъ бластомерныя клѣтки удалятся къ периферіи бластомеры, или лучше сказать полости, въ которой она находится, клѣтки начинаютъ отдѣляться другъ отъ друга тонкими плазматическими перегородками, и бластомера распадается на много клѣтокъ, рѣзко отграниченныхъ другъ отъ друга. То же самое видно и у *S. fusiformis*. Здѣсь также бластомера раздѣляется тонкими перегородками на нѣсколько клѣтокъ, лежащихъ вокругъ ядра бластомеры матерн. На фиг. 7 представлены двѣ бластомеры (*bl*), окруженныя калиммоцитами (*kc*), въ которыхъ вся плазма распалась на ясно разграниченныя клѣтки, бластомерныя клѣтки (*cb*), окружающія переставшую дѣлиться бластомеру, или лучше сказать остатокъ ея. Изъ каждой парцелли образовалась бластомерная клѣтка; первоначальная же бласто-

мера съ ядромъ и небольшимъ количествомъ окружающей его плазмы остается. Какова судьба бластомерныхъ клѣтокъ, я навѣрно не знаю, но думаю, что эти клѣтки прямо присоединяются къ окружающимъ ихъ калиммоцитамъ и составляютъ на первое время часть мезодермы.

Когда происходитъ образованіе ядеръ внутри лопастныхъ отростковъ бластомеръ, я сказать не могу; въ первый разъ я увидѣлъ ихъ въ стадіи образованія зародышевыхъ листовъ, хотя искалъ ихъ въ болѣе раннихъ стадіяхъ, но не находилъ.

Поэтому я не могу согласиться съ Гейдеромъ, который видѣлъ будто бы ядра парцелль, считаемыхъ имъ за поглощенные калиммоциты, во время сегментации, такъ какъ онъ утверждаетъ, что во время образованія клоакаль-



Фиг. 7. Двѣ бластомеры (*bl*), окруженныя калиммоцитами (*kc*), распались на много бластомерныхъ клѣтокъ (*cb*). (Ос. 4—Im. 1,5).

наго углубленія (Фиг. 9 *log. cit.*) весь запас калпммоцитовъ уже исчерпанъ, т. е. истребленъ. По моимъ наблюденіямъ пменво въ стадіи образованія зачатка клоаки появляются ядра въ парцелляхъ. Разумѣется я никогда не видѣлъ той стадіи, гдѣ бы запасъ калпммоцитовъ былъ исчерпанъ; этого не бываетъ какъ явствуетъ изъ всѣхъ изложенныхъ мною здѣсь наблюденій.

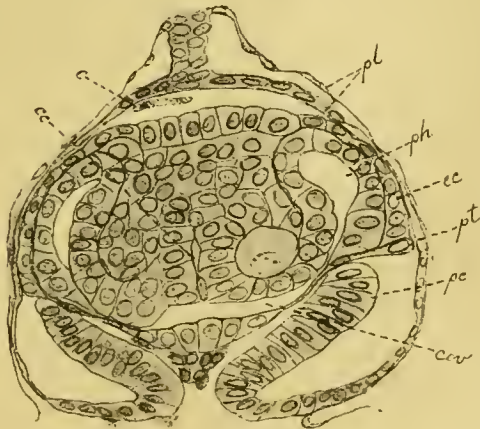
Для меня кажется также совершенно непонятенъ рисунокъ 9 Гейдеровскаго сочиненія, на которомъ нарисованъ разрѣзъ зародыша *S. fusiformis* съ открытою въ полость яйцевой камеры клоакою въ то время, когда клоакальныя складки еще доросли едва до половины зародыша. Въ это время клоака еще не можетъ быть настолько развита и я думаю, что причиною Гейдеровской ошибки былъ какой-нибудь дефектъ въ разрѣзѣ.

Сообщеніе между клоакальною полостью и полостью яйцевой камеры можетъ совершиться, понятно, только тогда, когда мезоэнтодермъ отойдетъ отъ крыши плаценты и между этими двумя образованіями появляется полость — прежняя полость яйцевой камеры, которую иногда называютъ полостью тѣла и мы ее будемъ также называть. Это совершается только послѣ замыканія клоакальных складокъ, какъ это видно на Фиг. 8 — 8 А. Слѣдовательно у зародыша въ той стадіи развитія складокъ не можетъ быть на-

Фиг. 8.



Фиг. 8 А.



Фиг. 8, 8 А. Два поперечныхъ разрѣза черезъ зародыша *S. fusiformis* въ стадіи образованія сообщенія между клоакальною + глоточными полостями съ полостью яйцевой камеры (*ccv*); *cc* — соединительный каналъ между клоакальною полостью и полостью яйцевой камеры. (Аросчг. Ос. 4 + Im. 1,5; уменьш. вдвое).

столько развитъ клоакальный зачатокъ и зачатокъ глотки. Гораздо болѣе правѣльна въ этомъ отношеніи Гейдеровская фиг. 11 (Taf. II, loc. cit.), гдѣ клоакальныя складки уже сошлись. На этой фигурѣ также видно соединеніе клоакальной полости съ полостью яйцевой камеры, довольно слабо развитою. Разрѣзы, нарисованные мною на фиг. 8 и 8 А очень близко походятъ по своему строенію на разрѣзъ, нарисованный Гейдеромъ на фиг. 11 его II-й таблицы.

На фиг. 8 представленъ поперечный разрѣзъ черезъ центральную часть зародыша; въ этотъ разрѣзъ попали какъ клоакальная полость, такъ и обѣ фарингеальныя складки (Гейдеровскій ампионъ), или оба зачатка глотки. Разрѣзъ фиг. 8 А коснулся только нижней части крестообразнаго энтодерма (зачатка клоаки), въ которой видно образованіе капала, соединяющаго глотку съ полостью яйцевой камеры. За то въ этомъ разрѣзѣ видна больше полость яйцевой камеры, чѣмъ на разрѣзѣ фиг. 8.

Зародышъ (фиг. 8) въ этой стадіи развитія какъ и въ предыдущей представляетъ пузырь, образованный яйцевой камерой (эктодермомъ и крышей плаценты), сидящій на плацентѣ и наполненной органами, происшедшими изъ мезоэнтодерма. Эктодермъ (фиг. 8 *ec*) одѣваетъ всю поверхность зародыша до мѣста соединенія его съ плацентой. Нижнія края эктодерма соединяются съ крышей плаценты посредствомъ очень сплюснутыхъ и вытянутыхъ клѣтокъ (фиг. 8 *pt*), проходящихъ между зародышемъ и плацентой. Это соединеніе мы видѣли и въ предыдущихъ стадіяхъ развитія. Наружныя края крыши плаценты состоятъ также изъ очень сплюснутыхъ клѣтокъ, только въ средней части крышки она состоитъ изъ большихъ эпителиальныхъ клѣтокъ, постепенно увеличивающихся отъ периферіи крышки къ центру. Эктодермъ состоитъ также изъ довольно большихъ эпителиальныхъ клѣтокъ, особенно на верхушкѣ зародыша; вслѣдствіе этого нижніе края эктодерма выступаютъ довольно рѣзко надъ сплюснутыми периферическими клѣтками плацентной крышки. Слѣдуетъ отмѣтить при этомъ измѣненіе ядеръ эктодерма, такъ какъ оно въ болѣе позднихъ стадіяхъ развитія выступаетъ еще рѣзче. Ядра эктодерма становятся въ этой стадіи развитія блѣднѣе, вслѣдствіе уменьшенія въ нихъ хроматина, который является въ видѣ малочисленныхъ зернышекъ.

Познакомившись съ разрѣзами болѣе раннихъ стадій развитія, нарисованными на фиг. 4 и 5 мы легко ориентуемся относительно измѣненій внутреннихъ органовъ разсматриваемаго зародыша. Во 1-хъ замѣчается появленіе между плацентной крышкой и мезоэнтодермомъ полости, которая

на фиг. 8 является въ видѣ треугольнаго промежутка, на фиг. 8 А видна въ видѣ болѣе длинной, довольно узкаго пространства (*сов*), во всякомъ случаѣ значительно увеличившагося сравнительно съ предыдущею стадіею развитія (фиг. 5), гдѣ она является въ видѣ узкой щели. Эта полость соединяется съ клоакальною полостью черезъ узкій каналъ, находящійся въ нижней части энтодерма. Этотъ каналъ виденъ на фиг. 8 А нѣсколько лучше, но разрѣзъ, изображенный на этой фигурѣ не прошелъ одновременно черезъ клоакальную полость и черезъ соединительный каналъ. Образованіе этого канала просто и понятно изъ болѣе ранней стадіи развитія (фиг. 4), гдѣ уже видны совершенно ясныя приготовленія къ образованію этого канала. Мы видимъ на этой фигурѣ, что стѣнки нижней части энтодерма, состоящія изъ однослойнаго эпителія, спаяны по осевой линіи; эта спайка является въ видѣ прямой линіи. Если мы представимъ себѣ, что клѣтки стѣнокъ энтодерма сократятся и немного разойдутся другъ отъ друга, то между ними образуется щель на мѣстѣ спайки, которая и будетъ представлять соединительный каналъ между клоакальною полостью и полостью яйцевой камеры (теперь полостью тѣла), когда послѣдняя образуется. Оба зачатка глотки, фарингеальныя складки значительно выросли; онѣ достигаютъ теперь почти до верхушки клоаки. Въ нижней части зародыша онѣ отдѣляются отъ стѣнки клоаки blastomeres. Надъ нижними blastomeres, далѣе къверху онѣ непосредственно соприкасаются со стѣнками клоаки. Стѣнки фарингеальныхъ складокъ состоятъ изъ большихъ эпителиальныхъ клѣтокъ. Полости ихъ имѣютъ грушевидную форму, такъ какъ суживаются книзу и упираются въ крышку плаценты. Въ зачаткѣ глотки слѣдуетъ различать внутреннюю, т. е. обращенную къ центру стѣнку, и наружную, обращенную къ периферіи. Первая, огибая снизу blastomeres, переходитъ въ стѣнку клоаки, вторая упирается своимъ нижнимъ концомъ въ крышу плаценты. Дальнѣйшее развитіе этихъ обѣихъ стѣнокъ различно. Наружная стѣнка играетъ большую роль при замыканіи фарингеальныхъ складокъ. Это совершается при развитіи дыхательной полости гораздо позже и относится къ органогенезису, а не къ образованію зародышевыхъ листовъ, а потому будетъ описано въ одной изъ слѣдующихъ сообщеній. Теперь же, подводя итоги всѣмъ изложеннымъ въ этой статьѣ, какъ и въ статьѣ о сегментации яйца сальпы (ИАН. 1916 г., № 4), наблюденіямъ, мы можемъ выразить ихъ въ трехъ положеніяхъ:

1. Зародышъ *S. fusiformis* (какъ и *S. zonaria* и по всей вѣроятности другихъ видовъ сальпы) строится не изъ однихъ дериватовъ яйцевой клѣтки,

но изъ всей яйцевой камеры, т. е. изъ ея стѣнки (фолликулярнаго эпителия) и изъ дериватовъ яйцевой клѣтки.

2. Фолликулярный эпителий, т. е. стѣнка яйцевой камеры превращается въ эктодермъ, дериваты яйцевой клѣтки вмѣстѣ съ продуктами фолликулярнаго эпителия, калиммоцитами, составляютъ мезоэнтодермъ.

3. Зачатки первыхъ органовъ зародыша: клоакальной и глоточной полостей строятся исключительно изъ калиммоцитовъ. Бластомеры находятся внѣ этихъ зачатковъ, въ мезодермѣ; онѣ размножаются и даютъ начало клѣткамъ, роль которыхъ наступаетъ только послѣ образованія зачатковъ органовъ.

Объ этой роли будетъ рѣчь въ одномъ изъ слѣдующихъ сообщеній.

On Chandler's period in the latitude variation.

By O. Backlund.

(Presented to the Imperial Academy of Sciences, February 3, 1916).

I.

Mr. Witting's interesting investigation of the latitude variation inspired me the thought that the derivation of the periods can be effected advantageously in another way.

Using the notations of Mr. Witting it is admitted that the observations are represented by the formula

$$P = K + k \cos (\theta t + c)$$

K, k, θ, c being constants to be determined.

We suppose the number of observed equidistant values of P , covering a whole period, n , and the number of periods over which the observations extend, $m + 1$. Then

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=m} P_{\mu, \nu} = S_{\nu} = (m + 1) K + k R \cos (\theta \nu + \psi) \quad (1)$$

where

$$R = \frac{\sin \frac{m+1}{2} n \theta}{\sin \frac{n}{2} \theta}; \quad \psi = \frac{m n \theta}{2} + c$$

$\mu = 0, 1, 2 \dots m; \nu = 0, 1, 2 \dots n - 1$. (Witting's paper).

From (1) we easily derive

$$H_{\nu, i} = \frac{S_{\nu} - S_{\nu+1}}{S_{\nu+i} - S_{\nu+i+1}} = \frac{\sin \left(\frac{2\nu+1}{2} \theta + \psi \right)}{\sin \left(\frac{2\nu+2i+1}{2} \theta + \psi \right)} \quad (2)$$

Choosing the unit of time so that θ is very nearly equal to 30° we take $i = 3$ and denote $\frac{2\nu+1}{2} 30^\circ + \frac{2\nu+1}{2} \Delta\theta + \psi$ by V_ν , then (2) becomes

$$H_{\nu,3} = \frac{\sin V_\nu}{\cos (V_\nu + 3\Delta\theta)}$$

or

$$H_{\nu,3} = \operatorname{tg} V_\nu \sec 3\Delta\theta + H_{\nu,3} \operatorname{tg} V_\nu \operatorname{tg} 3\Delta\theta$$

which is rigorous. On the right side we may substitute $H_{\nu,3}$ by $\operatorname{tg} V_\nu \cdot \sec 3\theta$ can in most cases be neglected; omitting the index 3 and putting $3\Delta\theta$ instead of $\operatorname{tg} 3\Delta\theta$ we obtain the approximate formula

$$H_\nu = \operatorname{tg} V_\nu + \operatorname{tg}^2 V_\nu \operatorname{tg} \Delta\theta \quad (3)$$

whence

$$V_\nu = \operatorname{arctg} (H_\nu - \operatorname{tg}^2 V_\nu \cdot 3\Delta\theta)$$

or

$$V_\nu = \operatorname{arctg} H_\nu - \frac{\operatorname{tg}^2 V_\nu \cdot 3\Delta\theta}{1 + \operatorname{tg}^2 V_\nu} + \dots$$

We do not consider higher powers of $\Delta\theta$ than the first and derive then from the last equation

$$V_\nu + \sin^2 V_\nu 3\Delta\theta = \operatorname{arctg} H_\nu \quad (3')$$

$\operatorname{Arctg} H_\nu$ we denote by W_ν ; if $\sin^2 V_\nu$ is replaced by $\sin^2 V_\nu^{(0)}$, where $V_\nu^{(0)} = \frac{2\nu+1}{2} 30^\circ + \psi$, only small terms of the second order are neglected (3') can then be transformed into

$$\frac{2\nu+1}{2} (\theta + \Delta\theta) + \frac{3}{2} \Delta\theta - \frac{3}{2} \Delta\theta \cos 2V_\nu^{(0)} = W_\nu - \psi \quad (4)$$

As θ_0 is supposed equal to 30° it is natural to take $n = 12$. This case we go now to treat having in view to apply our formulae to determine Chandler's period in the motion of the pole. In the last formula we give therefore ν successively the values 0, 1, 2, ..., 11, form the sum, and observe that

$$\sum_0^{11} \cos 2V_\nu^{(0)} = 0,$$

we then receive

$$\psi = \frac{1}{12} \sum_0^{n-1} (W_{n-1-\nu} + W_\nu) - 6 \left(\theta_0 + \frac{5}{4} \Delta\theta \right) \quad (5)$$

From (4) we derive by taking the differences and remarking that

$$\sum_6^{11} \cos 2V_v^{(0)} = \sum_0^5 \cos 2V_v^{(0)} = 0$$

the expression

$$36 (\theta_0 + \Delta\theta) = \sum_0^5 (W_{n-1-v} - W_v) \quad (6)$$

The equation (6) gives $\Delta\theta$, and then ψ is obtained by (5).

The amplitude k may be found by

$$S_v - S_{v+1} = kR \sin \frac{\theta}{2} \sin \left(\frac{2v+1}{2} \theta + \psi \right)$$

Instead of (5) and the last equation k and ψ can be calculated by the known formulae

$$k \cos \psi = \frac{2}{Rn} \sum \bar{S}_v \cos v\theta$$

$$k \sin \psi = \frac{2}{Rn} \sum \bar{S}_v \sin v\theta$$

where $\bar{S}_v = S_v - \frac{S_0 + S_1 + \dots + S_{n-1}}{n}$.

When ψ is equal or nearly equal to $p15^\circ$ (p = integer) the deduction of (4) and (6) seems illegitimate as (3) then proves not to be an approximation. But if we start from

$$\frac{1}{H_{v,3}} = \frac{\cos(V_v + 3\Delta\theta)}{\sin V_v} = \cos V_v \cos 3\Delta\theta - \sin 3\Delta\theta$$

we arrive also at (4) and (6)

In his paper Mr. Witting gives tables containing the coordinates x and y with respect to a fixed pole for every tenth of a year from 1890 to 1916. The first thing is then to form the S_v by means of these tables. If we e. g. commence 1890.8, the sum of x for 1890.8, 1892.0, 1893.2, 1894.4, 1895.6 form S_0 . As this space of time embraces very nearly the period of Chandler the yearly period is eliminated. S_1 is then formed in the same way from the x corresponding to 1890.9, to 1895.7 and so on. .

Mr. Witting has thus out of the material formed 4 groups of $S_0 \dots S_{11}$, the first group covering the time 1890.8—1896.7, the second 1896.8—1902.7, the third 1902.8—1908.7, the fourth 1908.8—1914.7. Analogous groups were formed from the y coordinates. Evidently the groups so formed are wholly independent of each other. In order to de-

tect some variation in θ , I have formed such groups of the S , commencing with every tenth of a year, followingly every consecutive group contains $n-1$ constituents of the preceding one, only the n^{th} is a new element.

The W_v enter in each mean with different weights varying from 0 to 6. This disadvantage of the method is unavoidable in problems of this sort. The following schedule relatif to the first mean shows how the single W_v are repeated. Σ stands for ΣW_v

$$432 \Delta \theta = \sum_{12}^{17} + \sum_{13}^{18} + \sum_{14}^{19} + \sum_{15}^{20} + \sum_{16}^{21} + \sum_{17}^{22} \\ - \sum_0^5 - \sum_1^6 - \sum_2^7 - \sum_3^8 - \sum_4^9 - \sum_5^{10}$$

Here I communicate some prealable results derived from Wittings x —table. The values of θ are the means of 12 consecutive groups.

I		II		III
N.	θ .	N.	θ .	Mean θ .
1	30.4	2	30.2	30.2
3	30.0	4	30.4	30.2
5	30.3	6	30.6	30.4
7	30.1 (30.5)	8	30.6	30.4 (30.6)
9	30.6	10	30.8	30.7
11	30.6	12	30.7	30.6
13	30.3	14	30.4	30.4
15	30.0	16	29.9	30.0

N. 1 is the mean of 12 values of θ derived from the W_v for 1890.8—1896.7 to 1891.9—1897.8; N. 2 the mean derived from the W_v 1892.0—1897.9 to 1893.1—1898.0 and so on. In I each θ is independent of the W_v contained in the preceding one; the same remark refers to II. In the following researches I have employed the interpolated value 30.5 in the brackets instead of the original N. 7, which is probably vitiated by some unknown influence.

It seems from this table that θ can not be regarded as a constant quantity. In a following paper I intend to continue the investigation of this question. M-rs Romanskaja has with great care executed the computations, whose results are exposed above.

Вліяніе среды на протеолитическіе ферменты растеній.

В. И. Палладина.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 3 февраля 1916 г.).

Вліяніе среды на работу ферментовъ было уже предметомъ многочисленныхъ изслѣдованій. Протеологическіе ферменты заслуживаютъ особаго вниманія не только потому, что ихъ работа находится также въ зависимости отъ среды, но также и по ихъ вредному вліянію, оказываемому на другіе ферменты. Поэтому, изучая работу какого-либо фермента въ присутствіи протеолитическихъ ферментовъ, нужно помѣстить его въ такую среду, которая была бы не только благоприятна для него, но въ то же время была бы вредна для работы протеолитическихъ ферментовъ. Такъ какъ протеолитическіе ферменты дѣйствуютъ вредно на дыхательные ферменты, то настоящая работа предпринята съ цѣлью найти вещества, задерживающія работу протеолитическихъ ферментовъ, и не вліяющіе на работу дыхательныхъ. Слѣдовательно настоящая работа является продолженіемъ изслѣдованій Григорьевой и Громовой¹, сдѣланныхъ подъ моимъ руководствомъ.

Матерьяломъ для работы служили различные препараты дрожжей (зиминъ, гефаноль, сухіе дрожжи Лебедева) и зародыши пшеницы. Для стерилизаціи прибавлялся толуоль. Опредѣленіе бѣлковъ производилось по Штуцеру или по Барнштейну². Азотъ опредѣлялся по Кельдалю.

Экспериментальная часть работы произведена студентами: П. И. Жаксисомъ (опыты 5—7), Т. А. Зплесомъ (опыты 1—4, 8), В. В. Златовичемъ (опыты 18—19) и А. Ф. Тюлинымъ (опыты 9—10).³

¹ Громова и Григорьева. Zeitschrift für physiol. Chemie. 42, 299, 1904.

² Джандіери и Помаскій. Методы химическаго анализа. Петроградъ. 1913.

А. Вліяніе сахарозы.

Опытъ 1.

Зиминъ. Опредѣленіе общаго и бѣлковаго азота.

	Сухое вещество въ грам.	К о л и ч е с т в о N.			
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % общаго N.
Общій N.	1,0248	83,05	8,10	} 8,08	100,0
	0,4189	33,75	8,05		
	0,7153	57,98	8,10		
Бѣлковый N. . .	0,7846	53,84	6,86	} 6,90	85,39
	0,9556	65,76	6,88		
	1,0118	69,99	6,92		
	1,3078	90,71	6,93		

Опытъ 2.

Зиминъ. Автолизъ на водѣ (по 40 к. см.). Температура 17—18°.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавша- гося бѣлка въ % бѣлков. азота контр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Вода 24 часа . .	1,1731	64,37	5,48	} 5,48	79,42	20,58
	0,6583	36,15	5,49			
Вода 48 часовъ .	1,0986	55,59	5,06	} 5,06	73,33	26,67
	0,5600	28,36	5,06			
Вода 168 часовъ .	0,9417	31,54	3,35	} 3,34	48,40	51,60
	0,7240	24,08	3,33			

Опытъ 3.

Зиминъ. Автолизъ на 25% растворѣ сахарозы (по 40 к. см.). Темпера-
тура 17—18°.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавша- гося бѣлка въ % бѣлков. N контр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Сахароза 24 час. {	0,7534	46,51	6,17	} 6,18	89,56	10,44
	0,8691	53,84	6,19			
Сахароза 168 час. {	0,6930	39,51	5,70	} 5,69	82,46	17,54
	0,8479	48,27	5,69			

Опытъ 4.

Зиминъ. Автолизъ на водѣ 1 и 2 дня, послѣ чего прибавлено 10 гр. сахарозы (на 40 кб. см. жидкости) въ видѣ порошка и оставлено еще на 6 и 5 дней.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавша- гося бѣлка въ % бѣлков. N контр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Вода 24 час. и затѣмъ сахароза 25% 144 час.	0,8404	40,81	4,85	} 4,83	70,0	30,0
	1,0556	50,83	4,81			
Вода 48 час. и затѣмъ сахароза 25% 120 час.	0,7220	31,95	4,42	} 4,47	64,78	35,22
	0,9296	42,06	4,52			

Б. Вліяніе глицерина.

Опытъ 5.

Опредѣленіе общаго и бѣлковаго азота въ сухихъ дрожжахъ Лебедева.

	Сух. веществ. въ грам.	Количество N.			
		Въ мгр.	Въ % сух. вещества.	Средн.	Въ % общаго N.
Общій N.	0,5864	53,66	9,15	9,24	100,0
	0,4519	41,69	9,22		
	0,6179	57,23	9,26		
	0,5753	53,62	9,32		
Бѣлковый N. . .	0,6660	53,52	8,04	8,05	87,12
	0,6277	50,37	8,03		
	0,5450	43,72	8,02		
	0,4756	38,64	8,12		

Опытъ 6.

Сухія дрожжи Лебедева. Автолизъ на водѣ и на глицеринѣ (по 50 к. см.) въ теченіе 7 сутокъ. Температура 16°.

	Сух. вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Колич. распавш. бѣлк. N въ % контр. порц.
		Въ мгр.	Въ % сух. вещ.	Средв.	Въ % бѣл. N контр. порц.	
Вода {	1,2290 1,2763 0,9257	81,88 84,52 63,47	6,66 6,62 6,85	6,71	83,35	16,65
10% глицеринъ. {	0,9796 1,0816 0,9906	74,95 81,12 76,28	7,65 7,50 7,70	7,62	94,66	5,34
20% глицеринъ. {	1,1090 0,9814 0,9528	88,74 77,54 75,23	8,00 7,90 7,89	7,93	98,51	1,49
30% глицеринъ. {	1,0603 0,9784 1,0820	82,86 76,42 85,45	7,82 7,81 7,90	7,84	97,39	2,61
40% глицеринъ. {	0,9784 1,0820	78,03 86,14	7,97 7,96	7,96	98,88	1,12

В. Вліяніе этиленгликоля.

Опытъ 7.

Сухія дрожжи Лебедева. Автолизъ на водѣ и на этиленгликолѣ (по 50 к. см.) въ теченіе 7 сутокъ. Температура 16°.

	Сух. ве- щество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавш. бѣлк. N въ % контр. порц.
		Въ мгр.	Въ % сух. вещ.	Средв.	Въ % бѣл. N контр. порц.	
Вода. {	1,0862 1,3074 0,9860	72,36 85,00 65,96	6,66 6,50 6,69	6,62	82,24	17,76
5% этил.-гли- коль. {	1,0220 0,8923 1,1331	73,73 63,93 83,32	7,21 7,18 7,35	7,25	90,06	9,94
10% этил.-гли- коль. {	0,9500 0,9720 0,9770	73,26 74,18 74,53	7,71 7,63 7,63	7,65	95,03	4,97
20% этил.-гли- коль. {	1,0826 0,9050 0,9740	85,17 71,03 76,41	7,86 7,84 7,84	7,85	97,51	2,49
40% этил.-гли- коль. {	0,9194 0,9825	72,64 78,38	7,90 7,97	7,93	98,51	1,49

Г. Вліяніє пировиноградной кислоты.

Опытъ 8.

Змивнѣ. Автолизъ на 1% растворѣ пировиноградной кислоты, нейтрализованной ѣдкимъ кали, въ теченіе 1, 2 и 7 сутокъ. Температура 17—18°.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.			Въ % бѣлков. N ковр. порціи.	Количество распавша- гося бѣлка въ % N ковр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.		
24 часа.	0,7508	42,53	5,66	} 5,66	82,03	17,97
	0,7654	43,02	5,62			
	0,7538	42,95	5,69			
48 часовъ.	0,6529	32,00	4,91	} 4,85	70,29	29,71
	0,5292	25,32	4,78			
168 часовъ.	0,5324	19,48	3,66	} 3,67	53,19	46,81
	0,4760	17,48	3,67			

Д. Вліяніє формалина.

Опытъ 9.

Опредѣленіе общаго и бѣлковаго азота въ дрожжахъ Лебедева.

	Сухое вещество въ грам.	К о л и ч е с т в о N.			
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % общаго N.
Общій N.	0,7278	65,27	8,97	} 8,9	100,0
	0,6332	56,42	8,91		
	0,7700	54,00	8,82		
Бѣлковый N.	0,6762	52,99	7,84	} 7,87	87,3
	0,4724	37,41	7,92		
	0,5456	42,91	7,86		

Опытъ 10.

Сухія дрожжи Лебедева. Автолизъ въ водѣ и въ растворѣ формалина (по 100 к. см.) въ теченіе 5 сутокъ. Температура 16—18°.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавшихся бѣлковъ въ % N ковр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N ковр. порціи.	
Вода. {	0,4914 0,6588	28,35 35,70	5,77 5,42	5,60	71,16	28,84
Формалинъ 0,1% {	0,4584 0,4626	30,48 29,19	6,65 6,30	6,47	82,21	17,79
Формалинъ 0,2% {	0,7046 0,4624	48,33 31,74	6,86 6,86	6,86	87,17	12,83
Формалинъ 1% {	0,6054 0,7382	46,23 54,21	7,64 7,34	7,49	95,20	4,80
Формалинъ 4% {	0,5954 0,5670	46,20 44,24	7,76 7,80	7,78	98,86	1,14

Е. Вліяніе крѣпкихъ растворовъ хлористаго патра.

Опытъ 11.

Гефаноль. Опредѣленіе общаго и бѣлковаго азота.

	Сух. вещ. въ грам.	Количество азота.			
		Въ мгр.	Въ % сух. вещ.	Средн.	Въ % общаго N.
Общій N. {	0,5178 0,5846 0,5292	47,99 53,84 48,36	9,25 9,21 9,14	9,20	100,0
Бѣлковый N. . . . {	0,5156 0,5294 0,5036	41,50 42,51 39,98	8,05 8,03 7,95	8,01	87,07

Опытъ 12.

Гефаноль. Четырехдневный автолизъ въ водѣ и въ 25% раствора NaCl (по 20 к. см.). Температура 17—18°.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавшихся бѣлковъ въ % N контр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Вода.	0,5078	28,89	5,69	5,62	70,16	29,84
	0,4964	27,84	5,61			
	0,4036	22,39	5,55			
25% NaCl. . .	0,6768	41,96	6,20	6,27	78,20	21,80
	0,5974	37,75	6,32			
	0,5046	31,68	6,28			

Опытъ 13.

Гефанолъ. Семидневный автолизъ въ водѣ и въ 25% растворѣ NaCl (по 20 к. см.). Температура 17—18°.

	Сухое вещество въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавшихся бѣлковъ въ % N контр. порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Вода.	1,4926	26,45	5,37	5,27	15,7	34,3
	0,4986	26,31	5,28			
	0,5546	45,74	5,18			
25% NaCl. . .	0,4816	27,98	5,81	5,90	73,6	26,4
	0,4960	29,41	5,93			
	0,5470	31,46	5,97			

Опытъ 14.

Зародыши пшеницы. Опредѣленіе общаго и бѣлковаго азота.

	Навѣска сухого вещества въ грам.	Количество азота.			
		Въ мгр.	Въ % сух. вещ.	Средн.	Въ % общаго N.
Общій N.	0,4424	25,17	5,69	5,64	100,0
	0,4772	26,67	5,59		
	0,5076	28,67	5,65		
Бѣлковый N. . .	0,5516	27,96	5,07	5,02	89,00
	0,4556	22,55	4,95		
	0,5970	30,03	5,04		

Опытъ 15.

Зародыши пшеницы. Четырехдневный автолизъ въ водѣ и въ 25% растворѣ NaCl. Температура 17—18°.

	Навѣска въ грам.	Количество бѣлковаго N.				Количество распавша- гося бѣлко- ваго N въ % контрольной порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Вода.	0,5306	19,04	3,59	3,64	64,53	35,47
	0,4268	16,02	3,67			
	0,4958	18,07	3,66			
25% NaCl. . .	0,3624	14,96	4,13	4,12	73,05	26,95
	0,4800	20,11	4,19			
	0,4892	19,81	4,05			

Опытъ 16.

Зародыши пшеницы. Семидневный автолизъ въ водѣ и въ 25% рас-
творѣ NaCl.

	Навѣска въ грам.	Количество бѣлковаго азота.				Количество распавша- гося бѣлко- ваго N въ % контрольной порціи.
		Въ мгр.	Въ % су- хого веще- ства.	Среднее.	Въ % бѣлков. N контр. порціи.	
Вода.	0,4182	14,13	3,38	3,41	60,46	39,54
	0,5448	18,57	3,41			
	0,4963	17,02	3,43			
25% NaCl. . .	0,5106	22,51	4,41	4,35	77,12	22,88
	0,4529	19,92	4,40			
	0,5172	22,49	4,25			

Изложенные опыты дали слѣдующіе результаты:

1) Формалинъ дѣйствуетъ очень ядовито на протеолитическіе ферменты дрожжей согласно съ данными прежнихъ изслѣдованій¹. Калийная соль пи-
ровиноградной кислоты въ 1% растворѣ почти не оказываетъ никакого
(слабое задерживающее) вліянія. Слѣдовательно образованіе во время авто-
лиза незначительныхъ количествъ уксуснаго алдегида не вліяетъ на ходъ
автолиза.

¹ Price. Centralblatt f. Bacteriol. 2. Abt. 14. Kikkoi. Zeitschrift. f. physiol. Chemie. 63: 109, 1909.

2) Остальные изслѣдованныя вещества распадаются на двѣ группы: на электролиты и на неэлектролиты. Неэлектролиты задерживаютъ работу протеолитическихъ ферментовъ тѣмъ спльнѣе, чѣмъ болѣе концентрація ихъ. Оптимума не наблюдается. Сравнивая дѣйствія глицерина и этиленгликоля, мы видимъ, что задерживающее дѣйствіе ихъ совершенно одинаково и увеличивается по мѣрѣ увеличенія количества молекулъ въ растворѣ:

Количество неэлектролита.	Количество распавшихся бѣлковъ въ ‰.
1. 75‰ этиленгликоль (0,08 норм.)	9,94
2. 10‰ глицеринъ (0,108 норм.)	5,34
3. 10‰ этиленгликоль (0,16 норм.)	4,97
4. 20‰ этиленгликоль (0,32 норм.)	2,49
5. 30‰ глицеринъ (0,324 норм.)	2,61
6. 40‰ глицеринъ (0,432 норм.)	1,12
7. 40‰ этиленгликоль (0,64 норм.)	1,49

Эти данныя изображены графически на 1-мъ рисункѣ.

Какъ форма кривой (особенно ея второй части), такъ и отсутствіе оптимума показываютъ, что присутствующій въ растворѣ неэлектролитъ (вмѣсто соотвѣтствующаго количества воды), не оказывающій никакого химическаго вліянія на работу протеолитическихъ ферментовъ, дѣйствуетъ повидному только физически, измѣняя какъ электропроводность раствора, такъ и способность бѣлковъ къ гидратации.

Такое же физическое дѣйствіе оказываетъ и сахароза. Но дѣйствіе сахарозы этимъ не ограничивается. Растворы углеводовъ вызываютъ въ то же время спитетическіе процессы. Сахароза не поддается сравненію съ другими неэлектролитами, потому что подвергается инвертированію, вслѣдствіе чего количество молекулъ увеличивается.

3. Иначе вліяютъ на работу протеолитическихъ ферментовъ безвредные электролиты. Въ слабыхъ растворахъ они увеличиваютъ электропроводность и стимулируютъ работу протеолитическихъ ферментовъ, какъ показали, напримѣръ, Громова и Григорьева. Крѣпкіе растворы хлористаго натра, какъ показали наши опыты, задерживаютъ

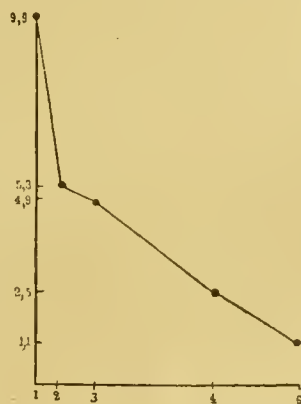


Рис. 1. Количество распавшихся бѣловыхъ веществъ на растворахъ неэлектролитовъ различной концентраціи.

работу протеолитических ферментовъ, но въ значительно болѣе слабой степени, чѣмъ неэлектролиты. Существованіе оптимума показываетъ, что дѣйствіе электролита на работу протеолитическаго фермента болѣе сложный процессъ, чѣмъ дѣйствіе неэлектролита, не участвующаго въ синтезѣ бѣлковъ.

4. На основаніи описанныхъ опытовъ слѣдуетъ, что введеніе безвредныхъ неэлектролитовъ, задерживая работу протеолитическихъ ферментовъ, должно оказывать полезное вліяніе на работу ферментовъ спиртоваго броженія. Это подтверждается какъ опытами Громовой и Григорьевой, такъ и дополняющими ихъ слѣдующими опытами.

Опытъ 17.

3 порціи по 6 гр. зимина, бѣднаго гликогеномъ. 1) 100 к. см. 15% раствора сахарозы. 2) 75 к. см. 15% сахарозы и 25 к. см. глицерина. 3) 50 к. см. 15% сахарозы и 50 к. см. глицерина. Температура 17,5°—18°.

Первая порція за 20 часовъ выдѣлила болѣе 207 mgr. CO₂ (баритовая вода въ Петтенкоферовскихъ трубкахъ была вполнѣ нейтрализована).

Вторая порція за 20 часовъ выдѣлила 157,3 mgr. CO₂.

Третья порція за 25½ часовъ выдѣлила только 37,5 mgr. CO₂.

Опытъ 18.

3 порціи по 6 гр. зимина, по 5 гр. сахарозы и по 3 к. см. толуола. 1) 50 к. см. 50% (по объему) воднаго раствора этиленгликоля, 2) 50 к. см. 10% этиленгликоля, 3) 50 к. см. воды. Температура 16—19°.

Продолжительность опытовъ.	50% этилен- гликоль.	10% этиленгликоль.		В о д а.	
	Общее количество CO ₂ .	Общее количество CO ₂ .	CO ₂ въ 1 часъ.	Общее количество CO ₂ .	CO ₂ въ 1 часъ.
6 ч.	15,8	123,2	20,5	150,0	25,0
3 ч.		136,8	45,6	159,0	53,0
12 ч. 45 м.		394,0	30,7	410,3	32,4
3 ч.		97,2	32,4	81,2	27,1
3 ч. 10 м.		107,2	33,8	76,2	24,0
20 ч. 15 м.		516,3	25,5	303,3	15,0
4 ч. 45 м.		70,8	14,9	32,8	6,9
4 ч.		58,8	14,7	28,8	7,2
24 ч.		216,8	9,0	77,2	3,2
24 ч.		76,8	3,2	2,0	0,1
24 ч.		8,4	0,3	—	—
		1806,3		1320,8	—

Опытъ 19.

3 порціи по 3 гр. гексагола въ 50 к. см. раствора каждая. 1) сахара 50%, 2) сахара 30%, 3) сахара 10%. Температура 16—19°.

Продолжительность опытовъ.	1. Сахароза 50%.		2. Сахароза 30%.		3. Сахароза 10%.	
	Общее количе- ство CO ₂ .	CO ₂ въ 1 часъ.	Общее количе- ство CO ₂ .	CO ₂ въ 1 часъ.	Общее количе- ство CO ₂ .	CO ₂ въ 1 часъ.
6 ч.	57,2	9,5	68,0	11,3	87,2	14,5
6 ч.	40,0	6,6	64,4	10,7	77,2	12,9
6 ч. 10 м.	38,4	6,2	67,0	10,8	51,6	8,4
6 ч.	33,6	5,6	43,4	7,2	23,8	3,9
6 ч.	29,8	4,9	34,0	5,7	13,0	2,2
5 ч. 50 м.	26,4	4,5	27,6	4,7	10,4	1,7
12 ч.	47,4	3,9	30,8	2,6	8,0	0,7
12 ч.	46,4	3,8	20,0	1,7	2,8	0,2
12 ч.	35,2	2,9	9,2	0,8	3,2	0,2
12 ч.	24,0	2,0	5,6	0,5	—	—
12 ч.	17,6	1,5	4,8	0,4	—	—
24 ч.	20,6	0,8	—	—	—	—
24 ч.	13,6	0,6	—	—	—	—
48 ч.	14,0	0,3	—	—	—	—
	444,2		374,8		277,2	

Сравнивая въ двухъ послѣднихъ опытахъ количества углекислоты, выдѣленной за первые шесть часовъ, мы видимъ, что пезлектролиты задерживаютъ также и работу зимазы:

Количество сахарозы.	Количество углекислоты:
10%	87,2
30%	68,0
50%	57,0

Сравнивая же общее количество выдѣленной углекислоты, мы видимъ обратное отношеніе:

Количество сахарозы.	Количество углекислоты.
10%	277,2
30%	374,8
50%	499,0

Слѣдовательно зависимость зимазы отъ неэлектролита сложная: не смотря на задержку работы зимазы общій выходъ углекислоты получается тѣмъ болѣе, чѣмъ концентрированнѣе растворъ неэлектролита, потому что овъ тѣмъ сильнѣе задерживаетъ работу протеолитическаго фермента дѣйствующаго вредно на зимазу. За наступленіемъ оптимума концентраціи дальнѣйшес увеличеніе ея можетъ вызвать остановку работы зимазы, какъ видно изъ слѣдующаго опыта.

Опытъ 20.

3 порціи по 5 гр. сухихъ дрожжей Лебедева съ 5 гр. глюкозы.
1) 50 к. см. глицерина, 2) 50 к. см. 50% раствора глицерина въ водѣ,
3) 50 к. см. 30% раствора глицерина. Черезъ 48 часовъ выдѣлилось углекислоты при 16—19°.

$$1. \frac{\text{Чистый глицеринъ}}{0}, \quad 2. \frac{50\% \text{ глицеринъ}}{183,0 \text{ мгр.}}, \quad 3. \frac{30\% \text{ глицеринъ}}{318,0 \text{ мгр.}}.$$

5. Гарденъ и Зильва¹ нашли, что скорость возстановленія метиленовой синьки при помощи редуктазы изъ *Bacillus coli communis* находится въ зависимости отъ количества прибавленнаго глицерина. Извѣстная средняя концентрація оказывается наиболѣе благопріятной. Существованіе оптимума концентраціи показываетъ, что зависимость работы редуктазы отъ индифферентнаго неэлектролита сложная и вѣроятно такого же характера, какъ и у зимазы.

Ботаническій кабинетъ.
Петроградскаго Университета.

¹ Harden and Zilva. The biochemical Journal. 9, 382, 1915.

Новая рукописьятаго тома исторіи Ибн-Мискавейха.

II. Ю. Крачковскаго.

«Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Историческихъ наукъ и Филологіи 9/22 марта 1916 г.).

Имя Ибн-Мискавейха хорошо извѣстно арабистамъ, хотя біографическія данныя о немъ крайне скудны¹, а многочисленныя произведенія до послѣдняго времени были извѣстны только по отрывкамъ или по упоминаніямъ библіографовъ². Персъ по происхожденію, видный чиновникъ въ администраціи буидской династіи — Ибн-Мискавейхъ извѣстенъ очень разносторонней литературной дѣятельностью. По времени жизни (ум. 421/1030 г.) онъ стоитъ на рубежѣ двухъ литературныхъ періодовъ — эпохи расцвѣта и упадка, но сочиненія его во многомъ представляютъ интересные памятники, неуступающіе лучшимъ произведеніямъ классическаго времени. Въ полной мѣрѣ это можно сказать о его шеститомной исторіи. По литературной манерѣ она примыкаетъ не столько къ направленію строгихъ аналитиковъ, крупнѣйшимъ представителемъ котораго является ат-Табарі, сколько обнаруживаетъ стремленіе къ болѣе прагматическому изложенію. Конечно, Ибн-Мискавейхъ не былъ уже новаторомъ, по видимому это второе теченіе арабской историографіи и въ самомъ началѣ обязано своимъ развитіемъ персамъ: однимъ изъ первыхъ представителей его можно считать Абӯ-Халифу изъ Динавера съ его «Длинными исторіями»³.

¹ Главнымъ образомъ, см. H. F. A[medroz] y L. Caetani, *The Tadjarih al-Umam or History of Ibn Miskawayh*, reprod. in facsimile. I. Leyden, London 1909 (= E. J. W. Gibb Memorial Series, VII), стр. xvi—xxvii.

² Brockelmann, *Geschichte der arabischen Literatur*. I. Weimar 1898, стр. 342. Списокъ рукописей исторіи надо дополнить ссылкой на парижскую Schefer № 5888 = ar. 21. О другихъ продолженіяхъ исторіи ср. теперь Amar, *Prolegomènes à l'étude des historiens arabes par Khalil ibn Aibak as-Safadi*. Paris 1912 (оттискъ изъ JA), стр. 191—192 № 103—105. Цитата изъ Sprenger'a (ZDMG XIII, 514) относится не къ исторіи, а къ этикѣ Ибн-Мискавейха. Дата «ок. 982», приподнимаемая А. Крымскимъ, *Исторія арабовъ*. I. М. 1911, стр. 84, можетъ вызвать недоразумѣніе: она указываетъ не дату смерти Ибн-Мискавейха или время окончанія его исторіи, а тотъ годъ, до котораго исторія доведена.

³ Ср. Seybold въ ZDMG LXVII (1913) 539, прим. 1.

Ибн-Мискавейхъ придерживается, правда, въ послѣднемъ періодѣ своей исторіи изложенія по годамъ, но все же у него есть извѣстное стремленіе къ органической цѣлости и основной идеѣ. Онъ не отказывается и отъ творческаго элемента, вызываемаго собственнымъ представленіемъ о долгѣ историка. Считаая исторію исторіей фактовъ и дѣйствительности, онъ, на-примѣръ, совершенно сознательно отказывается отъ всего легендарнаго и чудеснаго, сокращая болѣе чѣмъ до минимума доисламскую исторію съ ея библейскими и талмудическими сюжетами. Національныя симпатіи автора сказываются въ томъ, что онъ удѣляетъ особое вниманіе старой Персіи съ ея расцвѣтомъ въ эпоху сасанидовъ, а равнымъ образомъ и бундской династіи, современникомъ которой онъ самъ былъ¹.

Для современной исторической науки важенъ, конечно, не столько общій характеръ труда Ибн-Мискавейха, сколько привлеченный имъ матеріалъ. Въ этомъ отношеніи, онъ не можетъ считаться исчерпаннымъ даже при наличіи громаднаго свода ат-Табарі, хотя тотъ и составленъ почти вѣкомъ раньше. Конечно, у Ибн-Мискавейха есть цѣлый рядъ данныхъ, находящихся въ прямой зависимости отъ ат-Табарі или его источниковъ: изслѣдованія специалистовъ показали, на-примѣръ, что по сравненію съ послѣднимъ онъ не даетъ ничего новаго для исторіи византійско-арабскихъ отношеній². Съ другой стороны, послѣ того періода, до котораго доведена исторія ат-Табарі, Ибн-Мискавейхъ является почти единственнымъ источникомъ, относящимся къ такому раннему періоду. Кромѣ того, можно считать установленнымъ, что среди его матеріаловъ по исторіи халифата съ эпохи ал-Муқтадира (295—320/908—932) была какая-то полная хроника, неизвѣстная намъ ближе. Его административная дѣятельность, наконецъ, не мало облегчала пользованіе официальными документами, благодаря чему въ послѣднихъ частяхъ историческаго труда находится цѣлый рядъ существенныхъ данныхъ по исторіи администраціи, бюджета и налоговой системы въ эпоху упадка 'аббасидской династіи³. Въ свое время на арабскомъ востокѣ исторія Ибн-Мискавейха вызвала вѣкоторое литературное движеніе: извѣстно нѣсколько продолжателей ея, хотя вопросъ объ ихъ соотношеніи крайне запутанъ, благодаря совпаденію именъ⁴.

¹ Ср. характеристику у Caetani, *op. cit.* I, xi—xiii.

² Васильевъ, Византія и арабы I, СПб. 1900, приложения, стр. 84—86.

³ Ср. Caetani, *op. cit.* V, xii—xiii.

⁴ Ср. Amap, *l. cit.* Существованіе рукописи дополненія везіры Абӯ-Шуджа' (ум. 488/1095) недавно отмѣчено Зейдāномъ въ собраніи Ахмеда-Зекіи пани (см. *تأريخ آداب اللغة العربية* т. II. Каиръ 1912, стр. 317). Быть можетъ на это самое дополненіе ссылается Ибн-Халликāнъ (изд. Wüstenfeld) № 197, стр. 145.

До 1906 года европейскіе ученые могли знать объ исторіи Ибн-Мискавейха только по отрывкамъ, существовавшимъ въ Европѣ: болѣе или менѣе значительныя части находятся въ Эскуріалѣ, Амстердамѣ, Оксфордѣ и Парижѣ¹. Амстердамская рукопись была издана de Goeje²; отрывокъ изъ парижской, касающійся біографіи ал-Халладжа, напечатанъ имъ же въ приложеніи къ тексту 'Арїба³.

Открытіемъ полнаго списка этого труда Ибн-Мискавейха наука обязана графу Caetani, имя котораго въ исторіи исламовѣдѣнія всегда будетъ связано не только съ колоссальными томами *Annali dell' Islam*, но и съ цѣлымъ рядомъ научныхъ предпріятій и экспедицій. Въ 1906 году по его порученію проф. Nogowitz обзрѣвалъ книжныя собранія Константинополя и, между прочимъ, въ бібліотекѣ св. Софій нашелъ полную рукопись въ шести томахъ, датированную 505/1111—1112 годомъ, т. е. только вѣкомъ моложе автора⁴. Рукопись была сфотографирована и воспроизведение ея предпринялъ фондъ Gibb'a: до настоящаго времени появились томъ I (въ 1909 году) и томъ V (въ 1913-мъ) съ указателями соб-
ственныхъ именъ.

Распространившаяся за послѣдніе годы система механическаго воспроизведенія рукописей имѣетъ, конечно, большія преимущества, доставляя ученымъ возможность быстро знакомиться съ новымъ памятникомъ, но несомнѣнно, что такое воспроизведеніе не можетъ замѣнить критическаго изданія, которое въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ остается по прежнему *primus desiderium* науки. Тѣмъ болѣе это приходится сказать о такихъ случаяхъ, когда даже формальное чтеніе рукописи представляетъ извѣстныя затрудненія и требуетъ большого навыка въ палеографіи. Именно, такимъ примѣромъ служить константинопольская рукопись: несомнѣнно, что по своимъ внутреннимъ достоинствамъ она стоитъ довольно высоко, но написана неразборчивой скорописью, иногда совершенно затрудняющей чтеніе. Если прибавить, что негативы были сдѣланы не особенно удачно, какъ дважды отмѣчаетъ самъ Caetani⁵, и въ воспроизведеніи цѣлыя слова и даже

¹ Caetani, I, xii.

² *Fragmenta historicorum arabicorum*, II. Lugd. Bat. 1871. Назданную имъ часть de Goeje имѣлъ неосторожность назвать *pars sexta* (въ значеніи 1/6), почему большинство ученыхъ считаетъ ее шестымъ томомъ. (Ср. Huart, *Litterature arabe*². Paris 1912, стр. 205: *le sixième livre*). Самъ de Goeje видѣлъ въ ней третій томъ (*Fragmenta II, 1*); въ дѣйствительности она представляетъ четвертый (См. Caetani — I, xiv).

³ *Arib Tabari continuatus*. Lugd. Bat. 1897, стр. 86 слѣд.

⁴ Caetani, I, xiv. (По христіанской эрѣ годъ указанъ здѣсь по какому-то недоразумѣнію 1303-мъ).

⁵ *Op. cit.* I, xiv прим. и V, xii.

строки совершенно не переданы, то станетъ ясно, что одного воспроизведенія будетъ недостаточно для критическаго изданія.

Съ чувствомъ нѣкотораго удовлетворенія можно отмѣтить, что въ Россіи находится теперь рукопись — правда только нѣкаго тома, — которая дѣлаетъ эту задачу вполне достижимой. Рукопись эта пріобрѣтена Азіатскимъ Музеемъ Императорской Академіи Наукъ въ составѣ большой коллекціи мусульманскихъ рукописей, собранныхъ В. А. Ивановымъ въ Бухарѣ лѣтомъ 1915 года¹. Рукопись представляетъ томъ большого формата въ хорошемъ восточномъ переплетѣ, содержитъ 251 листъ по 15 строкъ на страницѣ, написана великолѣпнымъ четкимъ крупнымъ почеркомъ съ почти полной огласовкой. Повидимому, она была списана самимъ переписывавшимъ съ оригиналомъ, такъ какъ на поляхъ имѣется много поправокъ той же рукой (напр. л. 8, 68v, 84v, 118v, 151, 164v, 197v, 209v). Однимъ изъ послѣднихъ владѣльцевъ ея былъ нѣкій 'Абд-ал-'Азъмъ ал-Бухаріи, воспитанникъ или преподаватель *المدرسة البهائية* въ Бухарѣ, какъ объ этомъ говорятъ его приписки на л. 1 и 251, относящіяся къ 1291/1874—5 году; имъ сдѣланы нѣкоторыя вставки въ текстъ, обыкновенно глгггг (напр. л. 4v, гдѣ, при разсказѣ объ Исма'илѣ-ибн-Ахмедѣ, добавлено *امير بخارا الساماني*). Одно время рукопись принадлежала какой-то общественной или крупной частной библіотекѣ: на лѣвой сторонѣ нѣкоторыхъ листовъ въ началѣ тетрадокъ (куррăсовъ) можно усмотрѣть слѣды тщательно замазанныхъ печатей. Даты рукописи, къ сожалѣнію, нѣтъ: она находилась, вѣроятно, какъ и въ константинопольскомъ спискѣ въ концѣ шестого тома. Даты въ припискахъ какъ владѣльцевъ, такъ и читателей довольно разнообразны: на л. 1 есть 768 годъ, на 251 нѣсколько относящихся къ VII вѣку (цифры десятковъ обыкновенно стерты; одна приписка, повидимому 602 года). Самой ранней, судя по письму, является замѣтка нѣкоего Мухаммеда-ибн-Нахйи ал-Мустауфи на томъ же л. 251²; къ сожалѣнію она написана съ такими лигатурами, что кромѣ имени почти ничего разобрать нельзя. Нельзя установить и цифры, находящейся въ концѣ этой приписки, хотя въ числѣ сотенъ соблазнительно видѣть пять.

По палеографическимъ соображеніямъ рукопись не позднѣе VI вѣка и относится, вѣроятно, къ тому же времени, какъ константинопольская. По достоинствамъ своимъ она несомнѣнно ее превосходитъ: написанная болѣе четкимъ почеркомъ петроградская рукопись не даетъ повода къ искаженіямъ,

¹ Cod. Ivanov no. 673 (Bucharâ 22. IX. 1915). 30×21 cm. 2+251+1 fol. 15 lin. (22×15 cm.).
На л. 1: *المجلد الخامس من تاريخ تجارب الامم لابی علی احمد بن محمد بن مسكويه*
في المتوفى سنة ١٢٩١ — О поездкѣ В. А. Иванова см. Отчетъ П. А. Н. за 1915 г., стр. 122.

легко возникающимъ при разборѣ константинопольской¹. Въ ней нѣтъ стертыхъ мѣстъ, какихъ много въ константинопольской; она является единственнымъ источникомъ для установленія текста въ тѣхъ случаяхъ, когда негативы передаютъ оригиналъ неясно или въ видѣ бѣлыхъ лакунъ.

По характеру текста обѣ рукописи восходятъ, несомнѣнно, къ одному оригиналу или, во всякомъ случаѣ, къ одной редакціи. Варіанты въ текстѣ встрѣчаются крайне рѣдко и не представляютъ существеннаго значенія. Для примѣра я приведу результаты сличенія двухъ отрывковъ: письма халифа ал-Муқтадира², какъ образецъ эпистолярнаго стиля, наиболѣе легко подвергающагося искаженію въ рукописяхъ, и рассказы о первыхъ усѣхахъ бундовъ³, при династіи которыхъ Ибн-Мискавейхъ занималъ впоследствіи разнообразныя административныя должности⁴.

K 313,10	لاصحابنا	П 133,10	اصحابنا
K 315,3	استحقاقكم	П 133v,12	استحقاقاتكم
K 316,11	وكما سلم	П 134v,5	وما سلم
K 433,3	اتفتت	П 183v,11	وقعت
K 433,4	يزل	П 183v,14	تزل
K 433,5	جيلًا	П 183v,14	جيله
K 439,6	ويرفق به	П 186v,11	ورفق
K 440,7	فابی علی ابی طالب وفتح عليه	П 187,6	فابی علی بن بویه
K 442, ult.	التدبير السی	П 188,2 сл.	التدبير
K 443,9	خزائنه	П 188v,11	خزائنه
K 445,3	سنگتبه فی موضعه	П 189v,1	سنگتبه

Для удобства пользованія Петроградской рукописью я привожу списокъ ея заголовковъ со ссылками (въ скобкахъ) на страницы воспроизведенія Caetani⁵.

¹ Въ особенности часто это происходитъ съ собственными именами, какъ легко судить по обоимъ указателямъ въ изданіи Gibb'a; если принять во вниманіе отзывъ G. Le Strange объ ихъ неудовлетворительности въ другихъ отношеніяхъ (ср. т. V, xiv), то ими не безопасно пользоваться теперь, не привлекая Петроградскую рукопись.

² К(онстантинопольская) стр. 313,1—317,2=П(етроградская) л. 133,1—134v,7.

³ К 433,3—445,3=П 183v,10—189v,1.

⁴ Въ сличеніи я не отмѣчаю разницы въ огласовкѣ; не оговариваю тѣхъ случаевъ, когда собственные имена, легко дешифрируемыя при сличеніи съ П, были невѣрно переданы въ указателѣ и, наконецъ, не возставаиваю мѣстъ К, плохо переданныхъ фотографіей.

⁵ Я опускаю стереотипные заголовки ذكر السبب فی ذلك и т. н., которые ничего не говорятъ о содержаніи слѣдующаго отдѣла, если ихъ взять безъ связи съ предшествующимъ контекстомъ; обычныя указанія годовъ دخلت سنةكذا я замѣняю цифрой.

- ٢٨٩ (7) 3٧ — ٢٨٠ (6) 3 — دخلت سنة أربع وثمانين ومائتين —
 — ٢٨٨ (17) 7٢ — [يعنى محمد بن زيد العلوي] — ١٦ (16) 4٧ — ٩٨٧ (9) 4٧ —
 — ٢٨٩ (18) 8 — 13 (30) ذكر خبر الفرامطة ومبدأ أمرهم ومآله — 14 (32) ٢٩٠ —
 — ٢٩١ (36) 15٧ — 15٧ (37) ذكر مسيره ونظيره بالقرمطي — 18 (42) ٢٩٢ —
 — ٢٩٣ (43) 18٧ — 21٧ (51) ٢٩٤ — 24 (56) ٢٩٥ — 26 (60) ٢٩٦ — 28 (65) ٢٩٧ —
 ذكر الخبر عن الظفر بعبد الله بن المعتز — 28٧ (66) ذكر ما علمه القنائي في امر
 محمد بن داود — 33 (76) ٢٩٧ — 34٧ (80) ذكر ما جرى على سبكري من الأسر —
 35 (81) ٢٩٩ — 36 (83) ذكر ما دبره ابن ابي البغل وانعكاسه عليه — 36 (85) ٢٩٩ —
 ذكر فساد تدبير الخاقاني لأمر الوزارة —
 — 38٧ (88) ٣٠٠ — 39 (90) ٣٠١ — 43٧ (101) ٣٠٢ — 44 (102) ٣٠٣ —
 — 45٧ (105) ٣٠٤ — 46٧ (108) وزارة ابي الحسن علي بن محمد بن الفرات الثانية —
 — 48٧ (113) ٣٠٤ — 49 (113) ذكر ما دبر ابن أبي
 الساج واحتال به — 51٧ (119) ونعود إلى الحديث ابن الفرات — 52 (121) ٣٠٥ —
 — 54 (125) ٣٠٦ — 56٧ (132) ذكر ما عامل به حامد بن العباس — 61 (143) ٣٠٦ —
 وعُدنا إلى خبر حامد في وزارته — 61٧ (144) ٣٠٧ — 63٧ (149) ذكر ما اضطرب
 لأجله أمر حامد بن العباس — 65 (152) ٣٠٨ — 65٧ (153) ٣٠٩ — 65٧ (153) ٣٠٩ —
 ذكر خبر الحسين بن منصور الحلاج وما آل اليه أمره من القتل والمثلة —
 — 69 (162) ٣١٠ — 70٧ (165) ٣١١ — 70٧ (165) ذكر صرف حامد وعلي بن
 عيسى ورد الوزارة إلى ابن الفرات — 73 (172) ذكر الخبر عن وزارة ابي الحسن
 ابن الفرات الثالثة — 75 (176) ذكر الخبر في قبض الوزير ابن الفرات على حامد
 بن العباس — 78 (182) ذكر ما عومل به حامد وما علمه هو — 81 (190) ٣١٢ —
 جرى في امر علي بن عيسى — 81٧ (191) ذكر مناظرة ابن الفرات على بن عيسى —
 84٧ (198) ونعود الى تمام خبر علي بن عيسى — 87 (204) ذكر ما دبره ابن الفرات
 في امر مونس حتى ابعده — 88 (206) ما دبره ابن الفرات بعد مونس في امر
 الحاشية — 89 (208) ٣١٢ — 90 (211) ذكر السبب في ضعف امر ابن الفرات بعد
 تناهيه في القوة والاستقامة — 91٧ (215) ذكر ما عامل به المحسن المنكوبين — 92
 (215) ذكر قبض علي ابي الحسن بن الفرات — 94 (221) ذكر توصل ابي القاسم ...

الخافاني الى الوزارة — 94v (222) ذكر ما جرى عليه امر ابن الفرات — 96v (227)
 ذكر اتفاق سبي اتفق على المحسن — 100 (235) ذكر مقتل ابي الحسن بن الفرات —
 102v (241) ذكر الأسباب التي اتفقت على الخافاني حتى صرف عن الوزارة —
 103v (244) ذكر وزارة ابي العباس الحصيني — 105 (247) ذكر الخبر عن دخول
 القرمطي الكوفة — 105v (248) 106 — 313 (249) 106v — 106v (250) ذكر
 تدبير سبي دبره الحصيني — 107v (253) ذكر الخبر عن القبض على الحصيني —
 108 (254) ذكر خلافة ابي القاسم الكلوزاني لعلي بن عيسى وتمشيته للأمور —
 108v (255) 310 —

110 (258) ذكر ما جرى بين الوزير أبي الحسن علي بن عيسى وبين ابن
 العباس أحد بن عبيد الله من المناظرة — 112 (264) ذكر ما دبره علي بن عيسى
 من الأمور — 113v (267) وعُدنا الى تمام حديث علي بن عيسى — 115 (271)
 ظهور الديلم — 122 (288) ذكر وقعة بن أبي الساج مع القرمطي — 128 (302)
 314 — 129 (304) ذكر الحال التي آدت الى صرف علي بن عيسى وتقليد علي بن
 مقله — 130 (306) ذكر القبض على علي بن عيسى وتقليد ابن مقله — 132 (311)
 ظهور الوحشة بين مونس والمقتدر — 132 (312) 317 — 132v (312) ذكر فتنة
 نازوك وأبي الهيجاء — 135 (317) ذكر الخبر عن خلع المقتدر بالله — 135v (319)
 ذكر حزم استعمال فانتفع به — 136 (320) ذكر السبب في رد المقتدر الى الخلافة —
 139v (329) ذكر الخبر عن إيقاع القرمطي بالحاج وتخريبه مكة — 140 (329) 318 —
 141v (333) ذكر ما جرى في أمر الوزارة بعد أبي علي وتقليد سليمان بن الحسن لها —
 144 (338) 319 — 144v (339) ذكر استحاش مونس وخروجه — 147 (346) ذكر اتفاق
 حسن لأحد بن كيغلف — 147v (347) ذكر السبب في تقلد الحسين بن القسم الوزارة —
 158 (373) 320 — 163 (385) خلافة القاهرة بالله — 166 (391) 321 —
 170v (403) ذكر ما جرى في أمر الذين هربوا من قواد المقتدر وما آل أمرهم
 إليه — 179 (423) ذكر مقتل مونس وبلق وعلي ابنه — 180 (425) ذكر السبب
 في تقليد ابي العباس الحصيني الوزارة — 183v (433) ذكر السبب في
 ظهور علي بن بويه — 185 (436) ذكر السبب تم به لعلي بن بويه ولايته —
 186v (439) ذكر حيلة مرداويج التي لم يتم له — 188 (442) 322 — 188v (442)

ذكر تدبير دبره ياقوت — 190v (448) ذكر السبب في القبض على القاهر — 193 (453)
 خلافة الرازي بالله — 195v (459) ذكر ابتداء أمر أبي الحسن علي بن بويه —
 202 (473) ونعود الى ذكر الاحوال الجارية بمدينة السلام — 408 (472) 323 —
 204v (479) ذكر السبب في قتل مرداويج — 213v (508) 324 — 217 (509)
 ذكر هذه الحيلة على أبي علي بن مقله — 218v (513) وزارة عبد الرحمن بن عيسى —
 219v (515) ذكر وزارة ابي جعفر محمد بن القسم — 219v (515) ذكر مقتل ياقوت —
 221 (518) ذكر الخريفة التي نفزت على ياقوت — 226v (531) وعُدنا إلى ذكر
 أخبار الحضرة وتدبير الوزراء لها — 227 (532) ذكر استيلاء ابن رائق على الخلافة
 وسائر الممالك — 230v (540) ذكر ما اتفق له من الخروج الى البلدان العراق —
 231 (541) 320 — 232v (545) ذكر حيلة أبي بكر بن مقاتل — 235 (549) ذكر
 الخبر عما احتملوا به واتفق ايضاً لهم — 241 (563) ذكر اتفاق سبي اتفق على ابن
 رايق حتى انهزم إلى الأهواز وأحرق سواده — 241v (564) ذكر حكاية عن يحكم تدل
 على حصافة وبعد غور وهمة — 243 (568) شرح حال أبي الحسين أحمد بن بويه —
 243v (568) 324 — 248 (579) ذكر السبب في ذلك يعنى قطع يد أبي علي بن
 مقله — 245 (572) ذكر السبب في هرب البريدي —
 251 تم الجزء الخامس من كتاب تجارب الأمم ويتلوه إن شاء الله في الجزء
 السادس حكاية عن يحكم تدل على دهاء ومكر

Несомнѣнно, что при рѣдкости произведеній Ибн-Мискавейха, въ Европѣ рукопись Азіатскаго Музея представляетъ весьма цѣнное пріобрѣтеніе. Для изданія пятаго тома она совершенно необходима и даже болѣе важна, чѣмъ константинопольская. Появленіе ея даетъ поводъ отмѣтить, что солидный старый фондъ Азіатскаго Музея продолжаетъ за послѣдніе годы обогащаться важными рукописями и въ области арабской литературы. Трудъ Ибн-Мискавейха въ этомъ отношеніи можетъ быть поставленъ на ряду съ «Хронологіей» ал-Бірұни, описанной нѣсколько лѣтъ тому назадъ¹.

¹ ИАН. за 1912 годъ, стр. 561—570.

Химическая сторона кристаллическаго строения¹.

Е. С. Федорова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

Хотя понятіе химическаго сродства и не принадлежитъ къ числу настолько точныхъ, чтобы могло быть выражено численно, однако обыкновенный химическій опытъ, хотя качественно, научаетъ оцѣнять сравнительное сродство разныхъ атомовъ.

Первѣе всего съ этимъ понятіемъ связывается самъ процессъ химическаго соединенія, въѣшнимъ образомъ выражающейся въ особомъ протяженіи, то есть пространственномъ приближеніи. Два газообразныхъ элемента обыкновенно въ результатѣ соединенія даютъ жидкость или твердое тѣло, но два твердыхъ тѣла послѣ соединенія не даютъ ни жидкости, ни газа².

Если же разстояніе двухъ атомовъ связано (обратно) съ ихъ химическимъ сродствомъ, то теперь, когда мы имѣемъ строеніе атомовъ для веществъ разнаго состава, у насъ является новый факторъ сродства — ближайшее разстояніе, который сулитъ со временемъ дать и численное выраженіе сродства.

Съ этою цѣлью я пересмотрѣлъ установленные, хотя бы только съ вѣроятностью, случаи структуры, и опредѣлилъ для нихъ относительныя разстоянія разныхъ атомовъ.

По самой сущности поставленной задачи соединенія, заключающія

¹ См. НАП., стр. 435.

² Выдѣленіе газа знаменуетъ собою разложеніе.

атомы только одного рода, интереса вовсе не представляют и сравнительно малый интерес имѣютъ соединенія изъ атомовъ двоякаго рода. Однако уже въ послѣднихъ мы можемъ сравнивать ближайшія разстоянія атомовъ однородныхъ и разнородныхъ, а также опредѣлять число однородныхъ атомовъ, находящихся отъ даннаго того или другого рода, на равномъ разстояніи.

Начну съ такихъ.

Для ClNa конечно ближайшее разстояніе имѣютъ атомы Cl и Na . Считая его за 1-цу, найдемъ, что разстояніе однородныхъ атомовъ есть $\sqrt{2}$, причемъ къ каждому атому примыкаетъ 6 разнородныхъ съ нимъ и 12 однородныхъ.

Въ соединеніи Cu_2O (купритъ) ближайшее разстояніе относится также къ разнороднымъ атомамъ (его всегда будемъ принимать за 1-цу); и тогда разстояніе атомовъ Cu $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$, причемъ къ каждому атому примыкаетъ 6, а разстояніе атомовъ O есть $\sqrt{3}$, и къ каждому примыкаетъ 8 атомовъ. Къ атому O примыкаетъ 4 атома Cu , а къ атому Cu только 2 атома кислорода.

Въ соединеніи SZn (сфалеритъ) разстояніе атомовъ Zn $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$, и къ каждому атому примыкаетъ 12; для S имѣемъ также $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ и 12. Къ Zn примыкаетъ 4 атома S , а къ S 4 атома Zn ; словомъ, взаимныя отношенія этихъ атомовъ одинаковы.

Въ соединеніи CaF_2 (флюоритъ) разстояніе атомовъ Ca $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$ и къ каждому атому примыкаетъ 12; для F имѣемъ $\frac{2}{\sqrt{3}}$ и 6. Къ Ca примыкаетъ 8 атомовъ F , а къ F 4 атома Ca .

Въ соединеніи FeS_2 (пиритъ) разстояніе атомовъ S 0,73 и къ каждому атому примыкаетъ всего 1; для Fe имѣемъ 1,51 и 12. Къ Fe примыкаетъ 6 атомовъ S , а къ S только 3 атома Fe .

Въ соединеніи ZnO (цинкитъ) разстояніе разнородныхъ атомовъ лишь немного меньше, чѣмъ однородныхъ¹. Къ атомамъ Zn и O примыкаетъ по шести однородныхъ съ ними атомовъ.

Въ соединеніи Fe_2O_3 (гематитъ) разстояніе атомовъ O 1,07 и къ каждому атому примыкаетъ 4; для Fe имѣемъ 1,52 и къ нему примыкаетъ

¹ И то при условіи, если правильною плоскостью атомовъ O окажется та, которая лишь намѣчена въ нижней части фиг. 18, (стр. 340).

всего одинъ однородный атомъ. Къ атому Fe примыкаетъ 6 атомовъ O, а къ атому O два атома Fe.

Въ соединеніи SiO_2 (кварцъ) разстояніе атомовъ Si 1,60 и къ каждому примыкаетъ два; для атомовъ O имѣемъ 0,58 и только одинъ примыкающій атомъ. Къ атому Si примыкаетъ 4 атома O, а къ атому O два атома Si.

Изъ приведенныхъ чиселъ усматриваются поразительныя исключенія даже основному и, казалось бы, необходимому допущенію о ближайшемъ разстояніи между тѣми атомами, которыми обусловливается образованіе самого химическаго соединенія; вѣдь оно по самой сущности сводится къ наибольшему сближенію. Эти два исключенія ярко сказываются въ пиритѣ и кварцѣ. Въ нихъ пара атомовъ S въ первомъ, а пара атомовъ O во-второмъ оказываются въ большей мѣрѣ сближенными между собою, чѣмъ съ Fe въ первомъ и Si во второмъ случаѣ.

Исключительность такихъ явленій какъ бы подчеркивается тѣмъ обстоятельствомъ, что въ обоихъ случаяхъ къ соответственнымъ атомамъ примыкаетъ только по одному, тогда какъ во всѣхъ другихъ случаяхъ имѣемъ примыканіе нѣсколькихъ и не менѣе чѣмъ двухъ атомовъ.

Небольшое углубленіе въ сущность явленій дѣлаетъ эти исключенія больше чѣмъ понятными, а пожалуй и необходимыми.

Какъ въ одномъ случаѣ S, такъ въ другомъ случаѣ O являются дву-атомными, то есть связанными съ разнородными атомами не одною, а двойною химическою связью. Какъ однородно наэлектризованные, атомы эти конечно стремятся отталкиваться другъ отъ друга; но съ другой стороны они подвергаются сильному притяженію со стороны двухъ разнородныхъ съ ними атомовъ; они образуютъ одну пару, а разнородные съ ними атомы— другую пару вершинъ дельтоида¹ и притяженіе ихъ къ другой парѣ атомовъ можно уподобить натяженію нитей, связывающихъ эти пары вершинъ. Совершенно ясно, что такое двойное натяженіе привело бы ихъ къ столкновенію, если бы между ними не было отталкиванія; въ присутствіи же этой вгорой силы должно установиться нѣкоторое состояніе равновѣсія, которое намъ и раскрывается въ кристаллѣ.

Это объясненіе было бы непримѣнимо, если бы атомы O или S были

¹ Это получится, если мы примемъ атомы O_1 и O_3 (на фиг. 2 предыдущей статьи) связанными съ одной стороны съ Si въ центрѣ параллелоэдра, а съ другой стороны съ тѣмъ, который находится въ нижнемъ параллелоэдрѣ, примыкающемъ къ изображенному только по близъ лежащему горизонтальному ребру, параллельному прямой O_1O_3 . Такъ какъ разстояніе отъ нижняго (и передняго) атома Si нѣсколько болѣе, чѣмъ отъ центральнаго, то получается дельтоидъ.

одноатомны; но въ разсматриваемыхъ случаяхъ этого нѣтъ. Въ кристаллахъ льда OH_2 вращенія плоскости поляризаціи не наблюдается какъ въ кварцѣ; въ послѣднемъ же это вращеніе существенно связывается съ расположеніемъ по отношенію къ Si атомовъ O.

Но если такимъ образомъ раскрывается реальное значеніе атомности въ кристаллическомъ строеніи, то являются непонятными тѣ случаи, когда къ одному атому, даже одноатомному, примыкаетъ нѣсколько атомовъ.

Такой фактъ рѣзче всего обрисовывается въ кристаллахъ ClNa и изоморфныхъ. Въ этомъ случаѣ къ каждому атому Na примыкаетъ 6 атомовъ Cl и къ каждому атому хлора 6 атомовъ Na. Въ силу одноатомности же такая связь должна бы существовать только между однимъ атомомъ Cl и однимъ атомомъ Na.

Полагаю, что единственное возможное объясненіе этого обстоятельства есть допущеніе быстрого перемѣщенія того добавочнаго электрона, который отдается однимъ атомомъ другому и дѣлаетъ его электроотрицательнымъ. Такимъ образомъ въ ClNa одинъ и тотъ же электронъ въ кратчайшіе промежутки времени 6 разъ перемѣняетъ свое положеніе въ предѣлахъ одного и того же атома.

Въ газовомъ состояніи для такихъ перемѣнъ не имѣется рѣшительно никакихъ основаній, а потому такое перемѣщеніе электроновъ можетъ служить характеристикою твердаго, то есть кристаллическаго состоянія.

И дѣйствительно, когда мы имѣемъ переходъ изъ газовой фазы въ жидкую, представляющую смѣсь твердой и газообразной фазъ? при данной температурѣ требуется такое сгущеніе, при которомъ въ значительной степени іоны напримѣръ Cl (въ ClNa) начинаютъ сближаться съ іонами Na другихъ прилегающихъ частицъ, что сдѣлается въ кристаллическіе элементарные сростки; правда, что такіе сростки сейчасъ же и распадаются, но точка кипѣнія и есть та точка, при которой образованіе элементарныхъ кристаллическихъ частичекъ достигаетъ такой густоты, что введеніе кристаллическихъ пылинкокъ (какъ извѣстно, при болѣе значительномъ охлажденіи пара могущихъ быть замѣненными пылинками постороннихъ тѣлъ) вызываетъ образованіе капель. Въ предыдущей статьѣ я уже упоминалъ, что при дальнѣйшемъ пониженіи температуры мы дойдемъ до той точки (плавленія), когда кристаллическія тѣла получаютъ связь непрерывности.

Таковы слѣдствія изъ чиселъ, относящихся къ разстояніямъ атомовъ двухъ родовъ. Конечно, еще любопытнѣе сравнить относительныя разстоянія атомовъ большей разнородности.

Въ этомъ отношеніи матеріала еще мало.

Для ClNH_4 (нашатырь) примемъ за 1-цу разстояніе Cl и H; тогда получимъ такое же разстояніе 1-цы и для разстоянія N и H и разстояніе 2 для N и Cl.

Для CO_3Ca (кальцитъ) примемъ за 1-цу разстояніе между C и O и тогда для разстоянія CaO получаемъ 1,33, а для CCa получаемъ 1,94.

Приблизительно такія же относительныя разстоянія мы имѣемъ даже тогда, когда Ca замѣщается Mg отчасти.

Для ClO_3Na имѣемъ ближайшее разстояніе для O съ Cl и Na, а по отношенію и къ тѣмъ, и другимъ атомамъ между собою разстояніе $\sqrt{2}$.

Наконецъ для $\text{Fe}_2^{\text{''''}}\text{O}_4\text{Fe}^{\text{''}}$ (магнетита) имѣемъ ближайшее разстояніе для $\text{Fe}^{\text{''}}$ и O, и если его примемъ за 1-цу, то для разстоянія $\text{Fe}^{\text{''''}}\text{O}$ получимъ $\sqrt{2}$, а для $\text{Fe}^{\text{''}}\text{Fe}^{\text{''''}}$ разстояніе 3.

Вотъ и весь матеріалъ, какой сейчасъ имѣется въ нашемъ распоряженіи.

Внимательное разсмотрѣніе приведенныхъ чиселъ, полагаю, приводитъ къ заключенію о полномъ согласіи относительныхъ разстояній¹ разныхъ атомовъ съ ихъ относительнымъ сродствомъ, такъ что даже приведенный здѣсь незначительный матеріалъ даетъ право вывести еще нѣсколько основныхъ правилъ кристаллохиміи.

Въ кристаллическомъ строеніи какого-нибудь вещества порядокъ ближайшихъ разстояній между разнородными атомами есть порядокъ, обратный величинѣ ихъ химическаго сродства. Если два однородные атома играютъ въ химическомъ строеніи частицы разную роль (например Fe въ видѣ $\text{Fe}^{\text{''}}$ и $\text{Fe}^{\text{''''}}$), то и соответствующія разстоянія ихъ до другихъ атомовъ различны.

Атомы однородные расположены другъ отъ друга дальше, чѣмъ разнородные; но если къ двумъ одинаковымъ двухатомнымъ атомамъ два другихъ атома проявляютъ сильное сродство, то они могутъ оказаться сближенными въ большей мѣрѣ, чѣмъ атомы разнородные.

По вопросу о выдѣленіи частицъ приходится сказать, что мы можемъ выдѣлять въ строеніи кристалла два элемента: 1) элементарный паралле-

¹ Нѣкоторое сомнѣніе можетъ вызвать большая близость O къ Cl и Na, чѣмъ послѣднихъ другъ къ другу. Но тутъ мы имѣемъ во-первыхъ другой типъ соединенія, а во-вторыхъ, если не допускать такой точки зрѣнія, мы могли бы принять, что именно отъ этого зависить неустойчивость соединенія, способнаго при извѣстной температурѣ саморазлагаться со взрывомъ.

лоэдръ, то есть наименьшую часть пространства, изъ которой можетъ быть выведено все строеніе кристалла, и потому вполне соотвѣтственно принимать его за кристаллографическую частицу и 2) сложный параллелоэдръ, въ которомъ представлено все, что можетъ служить для характеристики кристалла и потому его можно признать за химическую частицу. Первый можетъ совпадать со вторымъ или только составлять его часть.

Въ соли ClNa полная частица состоитъ изъ двухъ параллелоэдровъ и имѣетъ составъ написанный, въ пашатырѣ тоже изъ двухъ, но имѣетъ составъ $(\text{NH}_4\text{Cl})_2$, въ купритѣ тоже изъ двухъ и имѣетъ составъ $(\text{Cu}_2\text{O})_2$, сфалеритъ изъ одного и имѣетъ составъ ZnS , флюоритъ изъ одного и имѣетъ составъ CaF_2 , кальцитъ изъ двухъ и имѣетъ составъ $(\text{CO}_3\text{Ca})_2$, доломитъ изъ двухъ и имѣетъ составъ $(\text{CO}_3\text{Ca})(\text{CO}_3\text{Mg})$, шпритъ изъ четырехъ и имѣетъ составъ $(\text{FeS}_2)_4$, цинкитъ изъ одного и имѣетъ составъ ZnO , хлоратъ натрія изъ четырехъ $(\text{ClO}_3\text{Na})_2$, гематитъ изъ двухъ и имѣетъ составъ $(\text{FeO}_3\text{Fe})_2$, а пльменитъ изъ двухъ и имѣетъ составъ $(\text{TiO}_3\text{Fe}'')_2$, кварцъ изъ трехъ и имѣетъ составъ $(\text{SiO}_2)_3$, магнетитъ изъ двухъ и имѣетъ составъ $(\text{Fe}_2'''\text{O}_4\text{Fe}')_2$. Такимъ образомъ, придерживаясь сдѣланныхъ опредѣленій, приходится сказать, что химическая частица рѣдко состоитъ изъ одной кристаллографической, а чаще изъ двухъ, трехъ или даже четырехъ.

Совершенно исключительнымъ представляется алмазъ, въ которомъ кристаллографическую частицу приходится признать составленной изъ двухъ химическихъ, то есть по просту изъ двухъ атомовъ C ; въ мѣди же (какъ въ сфалеритѣ и флюоритѣ) химическую частицу можно признать совпадающею съ частицею кристаллографическою.

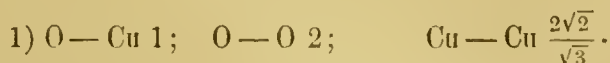
Въ единственномъ до сихъ поръ изслѣдованномъ случаѣ полиморфизма лишь подъ нѣкоторымъ сомнѣніемъ можно признать переходъ отъ сфалерита къ вуртциту въ такомъ передвиженіи ближайшихъ параллельныхъ плоскостей съ атомами Zn и S^1 , въ результатъ котораго одни атомы прямо проецируются другъ на друга по тройной оси симметріи, которая вслѣдствіе этого становится шестерною осью симметріи.

Въ случаѣ двухъ разнородныхъ атомовъ, представленныхъ въ равномъ числѣ, всегда расположеніе атомовъ одинаково по отношенію къ обоимъ. Но если атомы одноатомны (ClNa), то атомы одного рода находятся посрединѣ другихъ, а если двухатомны, то кромѣ такого же расположенія (PbS), имѣется другое, при которомъ однородные атомы сгруппировываются въ

¹ Въ плоскости, перпендикулярной къ тройной оси симметріи.

плоскія сѣтки (ZnO) и третье, при которомъ одни являются центрами тетраэдровъ, образуемыхъ другими (ZnS).

Если на одинъ двухатомный приходится два одноатомныхъ атома и если первый электроотрицательнѣе, то получается наибольшее удаленіе однородныхъ двухатомныхъ, что можно усмотрѣть изъ таблички:



Первое сводится къ наибольшему сближенію разнородныхъ, что связывается съ дѣйствіемъ двухъ электроновъ двухатомнаго атома. Въ обоихъ случаяхъ разстояніе двухатомныхъ однородныхъ больше, чѣмъ одноатомныхъ.

Про аномалію, возникающую при соединеніи четырехатомнаго съ двумя двухатомными (случай FeS_2 и SiO_2), рѣчь была раньше (стр. 549).

Новыя изданія Императорской Академіи Наукъ.

(Выпущены въ свѣтъ 15—31 марта 1916 года).

26) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія. (Bulletin. VI Série). 1916. № 5, 15 марта. Стр. 267—390. Стъ 1 табл. lex. 8°.—1616 экз.

27) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія (Bulletin. VI Série). 1916. № 6, 1 апрѣля. Стр. 391—456. 1916. lex. 8°.—1616 экз.

28) Матеріалы для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. 3. Литій и его соединенія, ихъ техническое примѣненіе и нахожденіе въ русскихъ минералахъ. В. Г. Хлопина (I+38 стр.). 1916. 8°.—2016 экз.

Цѣна 15 коп.; 15 сор.

29) Матеріалы для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. 4. Соединенія барія въ Россіи. Е. В. Еремпиной, совместно съ В. С. Малышевой и М. И. Добрыниной (I+60 стр.). 1916. 8°.—2016 экз.

Цѣна 20 коп.; 20 сор.

30) Матеріалы для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. 5. Очеркъ мѣсторожденій вольфрамовыхъ и оловянныхъ рудъ въ Россіи. Н. Н. Суницинскаго (I+45 стр.). Стъ 4 таблицами. 1916. 8°.—2016 экз.

Цѣна 40 коп.; 40 сор.

31) Сборникъ Музея Антропологіи и Этнографіи при Императорской Академіи Наукъ. (Publications du Musée d'Anthropologie et d'Ethnographie de l'Académie Impériale des Sciences de Petrograd). Томъ IV, 1. В. М. Ионовъ. Духъ-хозяинъ лѣса у якутовъ. Бăй хара тыа іччѣтă Бăй Бајанаі Бăй Барылӑх (I+43 стр.). 1916. lex. 8°.—615 экз.

Цѣна 50 коп.; 50 сор.

32) Образцы народной литературы якутовъ, издаваемые подъ редакціей Э. К. Пекарскаго. III. Тексты. Образцы народной литературы якутовъ, записанные В. Н. Васильевымъ. Выпускъ 1. Сказка: 1) Курубаі Хăппӑх Кулун Куллуствур (V+196 стр.). 1916. 8°.—360 экз.

Цѣна 3 руб.; 3 рbl.

Оглавление. — Sommaire.

Статьи:	СТР.	Mémoires:	PAG.
А. С. Лаппо-Данилевскій. Докладъ о научной дѣятельности нѣкоторыхъ губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій по ихъ отчетамъ преимущественно за 1911—1914 гг.	457	*A. S. Lappo-Danilevskij. Compte-rendu sur les travaux de quelques Commissions Savantes d'archives provinciales d'après leurs rapports pour la période 1911—1914.	457
*А. М. Лапуновъ. Новыя соображенія, относящіяся къ теоріи производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія въ случаѣ однородной жидкости. Часть первая	471	А. M. Liapounoff (Liapunov). Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène. Première partie	471
В. В. Заленскій. О зародышевыхъ листахъ у салпы. Наблюденія надъ <i>Salpa fusiformis</i>	503	*V. V. Zalenskij. Sur les feuilles embryonnaires des Salpes.	503
*О. А. Банлундъ. О періодѣ Чандлера въ измѣненіи широты. I.	523	О. A. Backlund. On Chandler's period in the latitude variation. I.	523
В. И. Палладинъ. Вліяніе среды на протеолитическіе ферменты растений.	527	*V. I. Palladin. Influence du milieu sur les ferments protéolitiques des plantes.	527
И. Ю. Крачковскій. Новая рукопись пятого тома исторіи Ибн-Мискапейха.	539	*I. J. Kračkovskij. Un nouveau manuscrit de V-e volume de l'histoire d'Ibn-Miskawayh.	539
Е. С. Федоровъ. Химическая сторона кристаллическаго строенія.	547	*E. S. Fedorov. Le côté chimique de la structure cristalline	547
Новыя изданія	554	*Publications nouvelles.	554

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Апрѣль 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

NOV 29 1916

1916.

4505

№ 8.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

1 МАЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

1 MAI.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI серия) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое июня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго номера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимается на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могуція, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти оттисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать оттиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ оттисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ оттисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ разсылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ разсылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учреждениямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у коммисіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

ИЗВЛЕЧЕНІЯ ИЗЪ ПРОТОКОЛОВЪ ЗАСѢДАНІЙ АКАДЕМІИ.

ОБЩЕЕ СОБРАНІЕ.

II засѣданіе, 6 февраля 1916 года.

Избранные 29 декабря 1913 г. въ члены-корреспонденты Академіи В. А. Богородицкій и Ф.-У. Дайсонъ прислали на имя Непремѣннаго Секретаря письма съ изъявленіемъ признательности за избраніе, при чемъ Ф.-У. Дайсонъ напомнилъ, что дружественныя отношенія между русскими учеными и Обсерваторіей въ Гриничѣ начались еще въ 1698 году, когда Петръ Великій дважды посѣтилъ Обсерваторію въ Гриничѣ.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Доложено письмо баронессы М. Д. Врангель по вопросу о содѣйствіи передать Академіи Наукъ коллекціи ея покойнаго сына П. Н. Врангеля, находящіяся временно въ Институтѣ Исторіи Искусствъ графа В. П. Зубова.

Положено принять коллекцію, благодарить жертвовательницу и просить академика А. А. Шахматова сдѣлать соотвѣтствующія сношенія.

Непремѣнный Секретарь просилъ Ос. вынести общій вопросъ о печатаніи лишняго числа отдѣльных оттисковъ каждой статьи, печатаемой въ издаваніяхъ Академіи, въ виду просьбы Императорской Публичной Библіотеки о доставленіи

ей всѣхъ оттисковъ въ 2 экземплярахъ. Оттиски эти Библіотекѣ желательно имѣть въ виду постояннаго на нихъ требованія со стороны читателей, а равно и въ цѣляхъ осуществленія прямыхъ задачъ Библіотеки — быть хранилищемъ всѣхъ выходящихъ въ Россіи изданій, не исключая, конечно, и оттисковъ, наличие которыхъ въ Библіотекѣ для работающих въ какой либо специальной области представляетъ большое практическое удобство; между тѣмъ оттисковъ изъ академическихъ изданій Библіотека не получаетъ правильно ни изъ Главнаго Управленія по дѣламъ печати, куда они не поступаютъ, ни непосредственно изъ Академіи.

Положено печатать 5 лишнихъ оттисковъ каждой статьи всѣхъ періодическихъ изданій Академіи и посылать: по 2 экземпляра въ Императорскую Публичную Библіотеку, по 1 экземпляру русскихъ статей въ I Отдѣленіе Библіотеки Академіи, а иностранныхъ — во II Отдѣленіе, остальные оттиски хранить.

Непрѣмѣнный Секретарь доложилъ, что 1) чиновникъ особыхъ порученій Академіи Вл. А. Рышковъ представилъ рапортъ о принятіи имъ отъ Гофмейстера Р. Ю. Константиновскаго двухъ тетрадей трудовъ въ Божѣ почивающаго Августѣйшаго Президента Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Константина Константиновича: 1) «Возрожденный Манфредъ», драматическій отрывокъ и 2) «Трагедія объ Отелло, Венеціанскомъ Маврѣ», и что 2) означенныя рукописи приняты въ Рукописномъ Отдѣленіи Библіотеки Академіи Наукъ 29 января.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ П. В. Никитинъ доложилъ отъ имени своего и академиковъ В. В. Латышева и А. А. Шахматова предложенія Комиссіи по изданію трудовъ епископа Порфирія, на основаніи правилъ, утвержденныхъ Академіей 4 мая 1891 г., о печатаніи II-го тома составленнаго епископомъ Порфиріемъ и провѣреннаго и дополненаго профессоромъ В. П. Венешевичемъ каталога греческихъ синайскихъ рукописей.

Положено утвердить предложенія Комиссіи, о чемъ сообщить академику П. В. Никитину.

Академикъ А. А. Шахматовъ, съ согласія Директора Музея Антропологии и Этнографіи, просилъ ОС. разрѣшить передать принадлежащій Музею старинный вертепъ съ куклами въ Литературно-Театральный Музей имени Алексѣя Бахрушина въ Москвѣ, такъ какъ въ последнемъ онъ будетъ болѣе отвѣчать своему назначенію.

Разрѣшено, о чемъ положено сообщить академику А. А. Шахматову и Директору Музея Антропологии и Этнографіи.

III заседание, 5 марта 1916 года.

За Непременнаго Секретаря академикъ А. А. Шахматовъ доложилъ, что 18 февраля (2 марта н. ст.) въ Бухарестѣ скончалась почетный членъ Академіи (съ 16 іюля 1898 года) Ея Королевское Величество Вдовствующая Королева Румынская Елисавета (Карменъ Сильва).

Память почившей почтена вставаніемъ.

Положено выразить соболезнованіе Академіи Королю Румыніи черезъ Румынскаго посланника.

Министръ Народнаго Просвѣщенія отношеніемъ отъ 29 февраля за № 2432 сообщилъ Вице-Президенту Академіи:

«Государь Императоръ, по всеподданнѣйшему докладу моему, въ 24-ый день сего февраля Всемилостивѣйше соизволилъ на присвоеніе Его Императорскому Высочеству Великому Князю Николаю Николаевичу, согласно ходатайству Императорской Академіи Наукъ, званія почетнаго члена сей Академіи.

«О таковомъ Монаршемъ соизволеніи прошу Ваше Превосходительство довести до свѣдѣнія Императорской Академіи Наукъ».

Положено дипломъ на званіе почетнаго члена Академіи препроводить Его Императорскому Высочеству Великому Князю Николаю Николаевичу.

Предсѣдатель Бюро состоящаго подъ Высочайшимъ Государя Императора покровительствомъ Съезда по улучшенію отечественныхъ лечебныхъ мѣстностей при письмѣ на имя Вице-Президента отъ 24 февраля за № 5350 препроводилъ для Библіотеки Императорской Академіи Наукъ 1 полный экземпляръ (два тома) «Труды состояннаго подъ Высочайшимъ Государя Императора покровительствомъ Съезда по улучшенію отечественныхъ лечебныхъ мѣстностей».

Положено благодарить и книги передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Отъ профессора Бухарестскаго университета Н. Јорга (N. Jorga) присланъ (черезъ типографію «Gutenberg» Joseph Göbl S-sori. 20. Strada Doamnei. Bucuresti) его трудъ «Histoire des Roumains de Transylvanie et de Hongrie». Tome I et II. Bucarest, 1916.

Положено благодарить профессора Јоргу, а книги передать во II Отдѣленіе Библіотеки.

Отъ письма академика В. С. Иконникова поступило извѣщеніе, что въ теченіе 1915 года онъ былъ избранъ почетнымъ членомъ:

- 1) Императорскаго Московскаго Археологическаго Общества (17 февраля).
- 2) Императорскаго Новороссійскаго Университета (2 мая).

3) Императорскаго Петроградскаго Археологическаго Института (8 мая).

4) Императорскаго Московскаго Университета (въ сентябрѣ).

Положено принять къ свѣдѣнію и сообщить въ Правленіе для внесенія въ формулярный о службѣ В. С. Иконникова списокъ.

Во исполненіе постановленія Отдѣленія ИФ. за Непремѣннаго Секретаря академикъ А. А. Шахматовъ доложилъ, что въ Академію поступили и переданы въ Правленіе копія завѣщанія и рѣшенія Государственнаго Банка по капиталу покойной дочери тайнаго совѣтника М. В. Безобразовой для выдачи изъ процентовъ премій за сочиненіе по исторіи философіи въ Россіи.

Положено разрѣшить принять капиталъ.

ОТДѢЛЕНІЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ.

IV ЗАСѢДАНІЕ, 2 МАРТА 1916 ГОДА.

Императорское Русское Географическое Общество отношеніемъ отъ 23 февраля за № 1422, согласно постановленія Совѣта Общества отъ 6 февраля, препроводило въ Академію копіи плана и письма породца Андреева на имя Провителя дѣлъ Якутскаго Отдѣла о пахожденіи въ Вилюйскомъ округѣ бивня и реберъ мамонта.

Положено передать Директору Зоологическаго Музея.

Академикъ О. А. Баклундъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ» Отдѣленія свою работу: О. А. Backlund. «La Comète d'Encke 1908—1918» (Комета Энке 1908—1918).

Вице-Президентъ внесъ предложеніе, единогласно принятое всѣмъ Отдѣленіемъ, о принесеніи академику О. А. Баклунду искренняго поздравленія съ окончаніемъ его многолѣтней работы.

Положено напечатать въ «Запискахъ» ФМ. Отдѣленія.

Академикъ О. А. Баклундъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью М. Вильева «Элементы кометы 1916 а Неуѣимина» (M. Viljev. Ephéméride de la Comète 1916 a Neouïmine).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Отъ имени академика князя Б. Б. Голицына доложена Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи его статья «Къ вопросу объ опредѣленіи эпицентровъ землетрясеній по наблюденіямъ одной сейсмической станціи» (Sur la détermination des épicentres des tremblements de terre d'après les données d'une seule station sismique).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. В. Заленскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ» Отдѣленія работу А. Державина (A. Deržavin) «Cumacea (Sympoda) Сибирскаго Сѣвернаго Ледовитаго Океана, собранія Русской Полярной Экспе-

днцей 1900—1903 гг.» [Cumacées (Symпода) de l'Océan Arctique de Sibérie, recueillies par l'Expédition Polaire Russe 1900—1903].

Къ статьѣ приложенъ рисунокъ.

Положено напечатать въ «Запискахъ» Академіи, въ серіи «Научные результаты Русской Полярной Экспедиціи».

Академикъ В. В. Заленскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Развитіе дыхательной полости *Salpa fusiformis*» (Sur le développement de la cavité respiratoire de *Salpa fusiformis*).

Къ статьѣ приложены 16 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. М. Ляпуновъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью: A. Liapounoff (Ляпунов). «Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène. 1-ère Partie» (Новыя соображенія, относящіяся къ теоріи производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія въ случаѣ однородной жидкости. 1-ая часть).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. Н. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» работу С. С. Гапешина «Тератологическое измѣненіе *Gentiana triflora* Pall.» (S. S. Gapešin. Une modification tératologique de *Gentiana triflora* Pall.).

Къ статьѣ приложены 2 таблицы.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея» статью Л. С. Берга (L. S. Berg) «A Catalogue of the freshwater Fishes of Russia» (Списокъ прѣсноводныхъ рыбъ Россіи).

Положено напечатать въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея».

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея» («Мелкія извѣстія») статью В. А. Біанки «Третье дополненіе къ списку птицъ С.-Петербургской губерніи 1907 г. и новыя данныя о болѣе рѣдкихъ видахъ» (V. Bianchi. Troisième supplément à la Liste des oiseaux du gouvernement de St. Pétersbourg 1907 et dates nouvelles concernant quelques espèces plus rares).

Положено напечатать въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея».

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея» статью С. С. Турова «Къ орнитофаунѣ Рязанской губерніи (1913—1915 гг.)» [S. S. Turon. Contributions à l'ornithofaune du Gouvernement Riazan. (1913—1915)].

Положено напечатать въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея».

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея» статью В. К. Солдатова (V. K. Soldatov) «A new species of *Lycodes* from the Okhotsk Sea» (Новый видъ рода *Lycodes* изъ Охотскаго моря).

Къ статьѣ приложенъ 1 рисунокъ.

Положено напечатать въ «Ежегодникъ Зоологическаго Музея».

Академикъ П. И. Вальденъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью профессора П. П. Лазарева (въ Москвѣ) «О вліяніи давленія кислорода на скорость выцвѣтанія красокъ въ видимомъ спектрѣ» (P. P. Lazarev. Le rôle de la pression d'oxygène sur la vitesse de la décoloration des couleurs dans le spectre visible).

Къ статьѣ приложены 3 рисунка.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. И. Вальденъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью профессора П. С. Плотникова «О присоединеніи брома къ непредѣльнымъ углеводородамъ на свѣту» (I. S. Plotnikov. Sur l'addition de brome aux hydrocarbures non saturés sous l'influence de la lumière).

Къ статьѣ приложено 5 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. А. Стекловъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Théorème de fermeture pour les polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychev» (Теорема замкнутости для полиномовъ Лапласа-Эрмита-Чебышева).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Директоръ Геологическаго и Минералогическаго Музея читалъ:

«Въ виду необходимости для Геологическаго и Минералогическаго Музея при работахъ имѣть полный комплектъ «Горнаго Журнала» со времени начала его изданія и въ виду чрезвычайной затруднительности его пополненія путемъ покупокъ, въ особенности за старые годы, я имѣю честь просить Отдѣленіе обратиться съ просьбой въ бібліотеки: Императорскую Публичную, Геологическаго Комитета и Минералогическаго.

ческаго Общества, не найдутъ ли онѣ возможнымъ уступить свои дублеты «Горнаго Журнала» въ библіотеку Геологическаго и Минералогическаго Музея, хотя бы въ обменъ на наши дублеты. Кроме этого, было бы желательно обратиться въ Горный Департаментъ съ просьбой пополнить нашу библіотеку недостающими экземплярами. Списокъ такихъ недостающихъ экземпляровъ для разсылки въ указанныя учрежденія прилагается».

Положено сдѣлать соответствующія сношенія.

Академикъ А. П. Карпинскій представилъ экземпляръ своей статьи «Къ вопросу о природѣ спиральнаго органа *Helicoripon*», напечатанной въ «Запискахъ Уральскаго Общества Любителей Естествознанія».

Положено передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ В. И. Вернадскій представилъ экземпляръ своей статьи «Объ использовании химическихъ элементовъ въ Россіи», напечатанной въ «Русской Мысли», книга I, 1916.

Положено передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ Н. П. Андрусовъ просилъ командировать профессора Университета Шалявскаго Алексѣя Павловича Иванова (Москва, Селезневская, 13) съ 1 мая по 1 сентября въ Ставропольскую губернію для раскопокъ костей млекопитающихъ на г. Куцай, выдать ему о томъ удостовѣреніе и сообщить объ этомъ Ставропольскому Губернатору.

Положено командировать А. Н. Иванова, выдать ему удостовѣреніе, сдѣлать соответствующее сношеніе и сообщить въ Правленіе.

Академикъ Н. П. Андрусовъ читалъ:

«Предполагая послѣ посѣщенія южнаго побережья Карабугазскаго залива съѣздить также въ Ферганскую область для осмотра нѣкоторыхъ третичныхъ отложеній между Ходжентомъ и Маргелланомъ, покориѣнше прошу Отдѣленіе о выдачѣ мнѣ удостовѣренія о цѣли моей поездки и объ извѣщеніи о томъ Туркестанскаго Генераль-Губернатора».

Положено выдать просимое удостовѣреніе, увѣдомить Туркестанскаго Генераль-Губернатора и сообщить въ Правленіе.

Академикъ Н. П. Андрусовъ просилъ командировать сотрудника Геологическаго и Минералогическаго Музея, студента Петроградскаго Университета, Нестора Алексѣевича Кулика въ Закаспійскую область, Красноводскій уѣздъ, для геологическихъ изслѣдованій срокомъ съ 1 марта по 1 сентября, выдать удостовѣреніе о ко-

командировать академику Н. Н. Андрусову для передачи Н. А. Кулику и послать о томъ же извѣщеніе Начальнику Кривоводскаго уѣзда.

Положено командировать Н. А. Кулика, выдать ему удостовѣреніе, сдѣлать соответствующее сношеніе и сообщить въ Правленіе.

Академикъ Н. Н. Андрусовъ проситъ командировать въ текущемъ году въ качествѣ помощниковъ-ученаго хранителя Н. В. Виттенбурга для геологическихъ изслѣдованій на Сѣверномъ Кавказѣ (въ Терекскую и Кубанскую области и въ Тифлисскую и Черноморскую губ.) студентовъ Петроградскаго Университета Глѣба Степановича Рогозина, Сергія Кузьмича Иванова и Парфенія Андреевича Телишевскаго срокомъ съ 1 мая по 13 сентября и психодатировать открытыя предпріиманія на предметъ оказанія законнаго содѣйствія какъ отъ Августѣйшаго Намѣстника Его Величества на Кавказѣ, такъ и отъ начальниковъ областей Терекской и Кубанской, а также и начальниковъ губерній Тифлисской и Черноморской.

Положено командировать указанныхъ лицъ, выдать имъ удостовѣренія и сдѣлать соответствующія сношенія.

Академикъ А. П. Карпинскій довелъ до свѣдѣнія Отдѣленія, что Лондонское Геологическое Общество присудило ему за геологическія и палеонтологическія работы почетную награду — Wollaston Medal.

Положено сообщить въ Правленіе.

V засѣданіе, 16 марта 1916 года.

Завѣдующій печатаніемъ изданій Общества изученія Амурскаго края Дмитрій Леонтьевичъ Тропанихинъ обратился въ Отдѣленіе ФМ. отъ имени Общества изученія Амурскаго края (по Владивостоку) съ нижеслѣдующей просьбой:

«Основанное въ 1884 г. группою лицъ изъ мѣстной интеллигенціи Общество имѣетъ цѣлю, какъ гласитъ его уставъ, всестороннее изученіе бассейна р. Амура, русскаго побережья Восточнаго океана и сопредѣльныхъ мѣстностей. Насчитывая въ рядахъ своихъ членовъ и въ прошломъ и въ настоящемъ немало дѣйствующихъ работниковъ, безкорыстно отдававшихъ свои досуги и энергію дѣлу познанія далекой окраины нашего отечества, Общество за срокъ своего существованія опубликовало много статей и замѣтокъ самаго разнообразнаго содержанія. Въ изданіяхъ его въ разное время были помѣщены работы по флорѣ и фаунѣ края, по мѣстной археологіи, по изученію быта туземнаго населенія и проч. Многіе изъ этихъ матеріаловъ являются, по отзывамъ спеціалетовъ, весьма цѣнными, тѣмъ болѣе что источники нашихъ свѣдѣній о районѣ дѣятельности Общества весьма немногочисленны. Само собою разумѣется, печатаніе собранныхъ матеріаловъ сопряжено съ большими денежными за-

тратами, на которые Общество однако охотно шло, насколько позволяли его скромныя средства.

«Въ настоящее время заканчивается печатаніемъ томъ XV-й Записокъ Общества, заключающій трудъ ученаго хранителя Геологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ П. В. Виттенбурга, подъ названіемъ «Матеріалы къ геологіи полуострова Муравьева и архипелага Императрицы Евгеніи». Изслѣдованія, изложенныя въ упомянутой работѣ, были произведены авторомъ съ средствъ и по инициативѣ Общества, въ послѣднее время поставившаго себѣ цѣлью систематическое изученіе въ естественно-историческомъ отношеніи Южно-Уссурийскаго края. П. В. Виттенбургъ всецѣло выполнялъ возложенную на него задачу и представилъ Обществу подробный отчетъ, заключающій детальное геологическое описаніе изслѣдованнаго района, и собранныя коллекціи, при чемъ, согласно условію съ Обществомъ, петрографическіе сборы поступили въ музей послѣдняго, а тождественныя экземпляры (полученныя при расколѣхъ штучно) — въ Геологическій Музей Императорской Академіи Наукъ, куда переданы также всѣ обширныя палеонтологическіе сборы по каменноугольной фаунѣ, триасу, юрѣ и третичнымъ отложеніямъ. Нынѣ значительная часть этого матеріала обработана цѣлымъ рядомъ специалистовъ, и результаты этой научной обработки печатаются въ Трудахъ Геологическаго Музея Академіи. Издать всецѣло за свой счетъ палеонтологическую и петрографическую части Общество нашло для себя обременительнымъ, такъ какъ расходы на это изданіе лишили бы его возможности продолжать планомѣрное изслѣдованіе края въ другихъ отношеніяхъ. Такъ, пришлось бы совершенно оставить сборы и обработку матеріаловъ по мѣстной флорѣ и фаунѣ.

«Между тѣмъ для Общества крайне цѣнно имѣть въ серіи своихъ Записокъ естественное продолженіе труда П. В. Виттенбурга, потому, что это, во-первыхъ, объединило бы всѣ данныя, добытыя снаряженною Обществомъ экспедиціею, а во-вторыхъ, усилило бы его обмѣнъ изданіями съ другими учеными организаціями, каковое общеніе особенно необходимо для Общества, столь удаленнаго отъ крупныхъ культурныхъ центровъ страны.

«Въ виду всего вышележащаго позволяю себѣ, отъ имени и по порученію Общества, представителемъ коего въ Петроградѣ я состою, обратиться въ Отдѣленіе Физико-Математическихъ наукъ съ покорнѣйшей просьбой разрѣшить Обществу воспользоваться наборомъ, которымъ будутъ печататься въ Трудахъ Геологическаго Музея палеонтологическіе и петрографическіе результаты экспедиціи Виттенбурга, съ тѣмъ, чтобы перепечатать то же въ Запискахъ Общества, при чемъ послѣднее оплачиваетъ стоимость бумаги и печати для своихъ 650 экземпляровъ. Само собою разумѣется, подъ заголовкомъ каждой перепечатанной статьи будетъ помѣчено: Съ разрѣшенія Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ Императорской Академіи Наукъ перепечатано изъ Трудовъ Геологическаго и Минералогическаго Музея имени Императора Петра Великаго, томъ (такой то), выпускъ (такой то)».

Разрѣшено, о чемъ положено сообщить Директору Геологическаго и Минералогическаго Музея, въ Типографію и г. Тронанихину.

Академикъ В. В. Заленскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Бластомеры и каллимоциты *Salpa fusiformis*» (V. V. Zalenskij. Les blastomères et les calymnocytes de *Salpa fusiformis*).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью В. П. Дробова «Матеріалы къ систематикѣ сибирскихъ представителей рода *Agropyron* Gaertn.» (V. Drobov. Contributions à l'étude des espèces sibériennes du genre *Agropyron* Gaertn.).

Къ статьѣ приложена таблица.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью В. П. Любименко «Табачная промышленность въ Россіи».

Положено напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экз.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью Н. Н. Андрусова, П. С. Курякова, А. А. Лебединцева, Н. П. Подкопаева и І. Б. Шпидлера «Карабугазъ и его практическое значеніе».

Положено напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экз.

Академикъ В. П. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью В. В. Аршинова «Алюминіевыя руды и возможность ихъ нахожденія въ Россіи».

Положено напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экз.

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью В. Дорогостайскаго «О фаунѣ ракообразныхъ рѣки Ангары» (V. Dorogostajskij. Contributions à la faune des Crustacés du fl. Angara).

Къ статьѣ приложена таблица.

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ Н. В. Пасоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью В. Солдатова (V. Soldatov) на

английскомъ языкѣ: «Description of a new species of genus *Crossias* from Okhotsk Sea» (Описаніе новаго вида рода *Crossias* изъ Охотскаго моря).

Къ статьѣ приложена таблица

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ В. А. Стекловъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью: W. Stekloff (V. Steklov). «Théorème de fermeture pour les polynomes de Tchébycheff correspondant à la fonction caractéristique $p(x)=x^3e^{-x}$ (Теорема замкнутости для полиномовъ Чебышева; соответствующихъ характеристической функціи $p(x)=x^3e^{-x}$).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. С. Курнаковъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью В. П. Бекетова «Іодъ, бромъ и борная кислота въ сопочныхъ и нефтяныхъ водахъ окрестностей Керчи и Таманскаго полуострова» (V. N. Beketov. Iode, brome et l'acide borique dans les eaux des volcans de Kerç et de la presqu'île Tamane).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. П. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью П. П. Иванова «О продуктахъ распада бѣлковыхъ веществъ» [N. N. Iwanoff (Ivanov). Sur les produits de décomposition des matières protéiques].

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. П. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью С. Костычева и В. Бриллианта «Синтезъ азотистыхъ веществъ послѣ автолиза дрожжей». II [S. Kostytschew (Kostyčev) et V. Brilliant. Synthèse des matières azotées après l'autolyse de la levûre. II].

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. П. Палладинъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью В. П. Палладина и Е. Н. Ловчиновской «Разложеніе щавелевой кислоты растеніями» (V. Palladin et E. Lovčinovskaja. Sur la décomposition de l'acide axalique par les plantes).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ представилъ только что вышедшій изъ печати 3-й выпускъ II-го тома «Геофизическаго Сборника», содержащій слѣдующія статьи:

1) П. П. Калитинъ. Актинометрическія и электрическія измѣренія во время свободныхъ полетовъ 20 іюля и 24 ноября 1913 г.

- 2) Е. П. Тихомировъ. Методъ корреляціи и его примѣненія въ метеорологіи.
 - 3) В. А. Ульянинъ. Электрическій способъ опредѣленія горизонтальной слагающей земного магнетизма.
 - 4) А. А. Фридманъ и В. Я. Альтбергъ. Къ вопросу о скорости звука.
 - 5) Б. П. Мультиановскій. Вліяніе центровъ дѣйствія атмосферы на погоду въ Европейской Россіи въ теплое время года. I. Засухи. (Предварительный отчетъ).
 - 6) С. П. Небольсинъ. Вліяніе тумана на яркость рассеяннаго свѣта.
- Положено передать Сборникъ въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ князь Б. Б. Голицынъ представилъ годовой отчетъ о дѣятельности Морковской Геофизической Обсерваторіи въ Нижнемъ Ольчѣдаевѣ, Подольской губ., за 1915 годъ и читаль:

«Графъ П. Д. Морковъ устроилъ въ 1904 г. на свои средства образцовую во всехъ отношеніяхъ Обсерваторію и все время содержитъ ее, пополая дорогими приборами и самъ участвуя въ работахъ Обсерваторіи.

«Такая дѣятельность графа Моркова заслуживаетъ быть отмѣченной, и я прошу Конференцію выразить ему благодарность за его труды».

Положено отчетъ передать въ I Отдѣленіе Библіотеки и выразить графу П. Д. Моркову благодарность.

Академикъ Н. П. Бородинъ доложилъ, что имъ получено изъ Томска отъ Общественнаго Городского Управленія уведомленіе, что 25 марта исполнится 50 лѣтъ общественной и просвѣтительной дѣятельности почтеннаго гражданина города Томска Петра Ивановича Макушина.

Положено привѣтствовать Н. П. Макушина телеграммой.

Директоръ Геологическаго и Минералогическаго Музея просилъ Отдѣленіе командировать въ составъ радіевой экспедиціи магистранта Петроградскаго Университета Константина Константиновича Матвѣева для продолженія минералогическихъ и радіевыхъ изслѣдованій въ Забайкальскую область и Перчпскій округъ срокомъ съ 1 мая по 1 октября с. г. и вмѣстѣ съ тѣмъ просилъ снестись съ Военнымъ Губернаторомъ Забайкальской области и Кабинетомъ Его Императорскаго Величества объ оказаніи К. К. Матвѣеву содѣйствія съ разрѣшеніемъ ему въ предѣлахъ Перчпскаго округа производить поиски и развѣдки, а также о присылкѣ открытыхъ листовъ на пользованіе обывательскими и междудворными лошадьми.

Положено командировать К. К. Матвѣева, выдать ему удостовѣреніе и сдѣлать соотвѣтствующія сношенія.

Директоръ Геологическаго и Минералогическаго Музея просилъ командировать ученаго хранителя Геологическаго и Минералогическаго Музея П. П. Рачковскаго въ Урянхайскій край и сѣверо-западную Монголію для геологическаго изслѣдованія.

ческих изслѣдованій срокомъ съ 1 мая по 15 сентября с. г. и возбудить ходатайство передъ Министерствомъ Иностранныхъ Дѣлъ о выдачѣ соответствующаго документа для производства геологическихъ изслѣдованій въ сѣверо-западной Монголіи, а также извѣстить о его предстоящей научной командировкѣ Епископскаго Губернатора и комиссара Усинскаго пограничнаго округа, довести до свѣдѣнія Правленія до подписанія протокола и выдать назначенные г. Рачковскому на командировку 2000 руб.

Положено командировать Н. П. Рачковского, выдать ему удостовѣреніе, возбудить соответствующія ходатайства и выдать ему 2000 руб., о чемъ сообщить въ Правленіе.

Директоръ Геологическаго и Минералогическаго Музея просилъ командировать ассистента Минералогическаго Кабинета Петроградскаго Университета Сергія Михайловича Курбатова въ Пермскую губернію для изученія мѣсторожденій везувіана, срокомъ съ 15 мая по 1 сентября, выдать ему на эту поѣздку 600 руб. изъ средствъ Музея на поѣздки и снестись съ Пермскимъ Губернаторомъ на предметъ выдачи ему открытаго листа объ оказаніи содѣйствія мѣстными властями, а также съ Пермскимъ Губернскимъ Земствомъ о выдачѣ открытаго листа на пользованіе земскими лошадьми.

Положено командировать С. М. Курбатова, выдать ему удостовѣреніе, сдѣлать соответствующія сношенія и выдать ему 600 руб., о чемъ сообщить въ Правленіе.

Директоръ Геологическаго и Минералогическаго Музея просилъ командировать въ Закавказье и Туркестанъ минералога Владимира Георгіевича Орловскаго для сбора минераловъ и для минералогическихъ изслѣдованій. В. Г. Орловскій командированъ Военнымъ Вѣдомствомъ.

Положено командировать В. Г. Орловскаго и выдать ему удостовѣреніе.

ОТДѢЛЕНІЕ РУССКАГО ЯЗЫКА И СЛОВЕСНОСТИ.

II засѣданіе, 11 февраля 1916 года.

Въ виду исполняющагося 10-го октября 1916 г. десятилѣтія со дня смерти акад. А. И. Вессловскаго, положено устроить въ этотъ день публичное засѣданіе Отдѣленія. Выступить съ докладомъ согласились академики: А. И. Соболевскій, В. М. Петричъ и В. И. Перетцъ.

Непрѣмѣнный Секретарь Имп. Академіи Наукъ сообщилъ, что Общее Собраніе утвердило предположеніе Отдѣленія относительно объявленія новаго конкурса на соисканіе премій имени А. И. Неустроева.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Акад. А. И. Соболевскій довелъ до свѣдѣнія Отдѣленія о томъ, что въ архивѣ Петроградской Казенной Палаты нашлись собственноручныя бумаги Императрицы Екатерины II, переданныя въ настоящее время въ Московскій Архивъ Старыхъ Дѣлъ.

Положено сообщить объ этомъ акад. И. А. Котляревскому.

Управленіе работъ по постройкѣ Петрозаводскъ-Сороцкой и Мурманской желѣзныхъ дорогъ обратилось съ слѣдующимъ вопросомъ:

«Въ Архангельской губерніи на юго-западномъ побережьи Бѣлаго моря расположено село «Сорока», черезъ которое проходитъ строящаяся линія Мурманская желѣзная дорога.

«Въ виду встрѣтившейся надобности Управленіе работъ по постройкѣ Мурманской желѣзной дороги имѣетъ честь почтительнѣйше просить Отдѣленіе Русскаго языка и словесности сообщить, какое производное слово отъ наименованія этого села — «Сороцкое» или «Сорокское», слѣдуетъ считать правильнымъ, такъ какъ въ литературѣ и обиходной рѣчи встрѣчается то и другое.

«Между прочимъ Управленіе работъ имѣетъ честь указать, что, по преданію мѣстныхъ жителей село «Сорока» получило будто свое названіе отъ расположенія на большомъ количествѣ острововъ, числомъ сорокъ».

Положено отвѣтить, что Отдѣленіе признаетъ предпочтительнымъ написаніе «Сорокское».

И. И. Симони обратился къ Отдѣленію съ нижеслѣдующимъ ходатайствомъ.

«Отдѣленіемъ Русскаго языка и словесности нѣсколько лѣтъ тому назадъ былъ пріобрѣтенъ очень ветхій портретъ писателя М. Д. Чулкова, писанный масляными красками въ 1772 году, какъ отмѣчено чернилами на оборотной сторонѣ холста. Когда портретъ этотъ нужно было фотографировать фотографу Александрову въ особой мастерской въ Таврическомъ Дворцѣ во время Выставки историческихъ портретовъ, то и г. Дягилеву удалось видѣть этотъ портретъ и онъ по остаткамъ живописи призналъ его писаннымъ хорошимъ французскимъ художникомъ, какихъ не мало пріѣзжало тогда въ Петербургъ. Фототипическая копія съ означеннаго портрета въ очень уменьшенномъ видѣ приложена къ академическому изданію Сочиненій Чулкова (въ началѣ I-го тома).

«Въ виду того, что возбуждавшійся нѣсколько разъ въ Отдѣленіи вопросъ о реставраціи означеннаго портрета не привелъ ни къ какому положительному пеходу, отчасти влѣдствіе высокой оплаты труда надежнаго реставратора, то не найдеть ли нынѣ возможнымъ Отдѣленіе поручить ему, Симони, переговорить съ рекомендованной Б. А. Модзалевскимъ художницей Ел. Борис. Барсуковой, которая можетъ вполне надежно¹ и умѣло перекопировать оставшіяся части портрета на новый холстъ и въ случаѣ надобности заполнить остальныя части холста реставрированными аксессуарами.

«Если того не сдѣлать въ настоящее время, то портретъ этотъ (хранящійся въ Рукописномъ Отдѣленіи Имп. Академіи Наукъ) совершенно истлѣеть и краски обесцвѣтятся и съ остальныхъ частей.

«Если бы Отдѣленіе (какъ собственникъ означеннаго портрета) не нашло бы нужнымъ ни реставрировать его, ни переносить, то не разрѣшить ли оно передать его въ собственность какому-либо художественному или иному учрежденію, которое взяло бы на себя обязанность тѣмъ или инымъ способомъ сохранить на будущія времена это единственное *подлинное* изображеніе довольно виднаго писателя XVIII вѣка въ моментъ разцвѣта его дѣятельности».

Положено просить г. Симони войти въ переговоры съ г-жею Барсуковой.

¹ Она копировала портреты для Пушкинскаго Дома.

ОТДѢЛЕНІЕ ИСТОРИЧЕСКИХЪ НАУКЪ И ФИЛОЛОГІИ.

IV ЗАСѢДАНИЕ, 24 ФЕВРАЛЯ 1916 ГОДА.

Академикъ В. В. Латышевъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ» Отдѣленія работу свою: «Методія патріарха Константинопольскаго житіе преп. Оеофана Исповѣдника» (V. V. Latyšev. Vie de S. Théophane par Méthode patriarche de Constantinople).

Положено напечатать въ «Запискахъ» Отдѣленія.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читаетъ:

«Несмотря на трудъ Н. П. Пекарскаго, научная дѣятельность Г. Ф. Миллера, особенно въ качествѣ участника «Великой Сибирской экспедиціи 1733—1743 гг.», еще недостаточно обследована; въ частности, одна изъ его работъ, составленная имъ уже на обратномъ пути изъ Сибири, въ 1740 году, а именно «Инструкція касательно того, что требуется для географическаго и историческаго описанія Сибири» (Instruction was zu geographischer und historischer Beschreibung von Sibirien erfordert wird), предназначенная для И. Э. Фивьера, хотя и была извѣстна Н. П. Пекарскому, но до сихъ поръ остается въ полномъ ея составѣ неизданной; лишь часть ея (VI) вмѣстѣ съ приложеніями была напечатана Ф. К. Руссовымъ по списку въ «Сборникѣ Музея по Антропологіи и Этнографіи» (Томъ I, стр. 37—109). Въ настоящее время приватъ-доцентъ Петроградскаго Университета Г. В. Вернадскій представилъ на мое разсмотрѣніе копію съ подлиннаго текста вышеозначенной инструкціи Г. Ф. Миллера, находящейся въ дѣлахъ Камчатской экспедиціи, съ предисловіемъ къ ней; желательнo было бы, въ виду любопытнаго ея содержанія, напечатать ее въ одномъ изъ академическихъ изданій въ 400 экземплярахъ, въ форматѣ «Извѣстій», при чемъ академики В. В. Радловъ и К. Г. Залеманъ любезно выразили готовность наблюдать за ходомъ изданія».

Положено напечатать отдѣльнымъ изданіемъ въ 400 экземплярахъ подъ наблюденіемъ академиковъ В. В. Радлова и К. Г. Залемана.

Директоръ Музея Антропологіи и Этнографіи представилъ для свѣдѣнія Отдѣленія одобренную имъ, какъ обязательное руководство для регистраторовъ, инструкцію для регистраціи коллекцій въ Музеѣ и просилъ напечатать ее

въ приложеніи къ протоколу и 100 оттисковъ инструкціи предоставить въ распоряженіе Музея.

Положено принять къ свѣдѣнію, инструкцію напечатать въ приложеніи къ настоящему протоколу и выдать Музею 100 оттисковъ.

Отъ имени академика С. О. Ольденбурга представленъ № VI «Протоколовъ Русскаго Комитета для изученія Средней и Восточной Азіи» за 1913 г.

Положено передать въ Азіатскій Музей.

Академикъ М. А. Дьяконовъ читалъ:

«Для исполненія возложеннаго на профессора О. В. Тарановскаго порученія по подготовкѣ къ изданію Устава Благочинія представляется необходимымъ ходатайствовать для него въ Министерствѣ Народнаго Просвѣщенія командировку срокомъ съ 1 января 1917 г. до конца лѣтняго канікулярнаго времени того же года для занятій въ архивахъ Петрограда и Москвы».

Положено возбудить соответствующее ходатайство, о чемъ сообщить въ Правленіе для исполненія.

По этому же дѣлу Вице-Президентъ предложилъ сумму, оставшуюся отъ ассигнованной въ прошломъ году для уполномоченнаго отъ Академіи для западнаго района военныхъ дѣйствій Е. Ф. Шмурло, передать въ распоряженіе академика Н. Я. Марра для регистраціи и охраны памятниковъ въ Кавказскомъ районѣ.

Положено означенную сумму передать въ распоряженіе академика Н. Я. Марра, о чемъ сообщить въ Правленіе до подписанія протокола, и возбудить ходатайство передъ Главнокомандующимъ на Кавказскомъ фронтѣ о разрѣшеніи командировать уполномоченныхъ отъ Академіи въ Турецкій районъ.

Приложеніе къ протоколу IV засѣданія Отдѣленія Историческихъ наукъ и Филологій
Императорской Академіи Наукъ 24 февраля 1916 года.

Инструкція для регистраціи коллекцій въ Музеѣ Антропологии и Этнографіи имени Императора Петра Великаго¹.

§ 1. Всякое поступленіе, будь то личная передача, почтовая посылка, желѣзно-дорожный или пароходный грузъ, за исключеніемъ писемъ и бандеролей, вносится въ день поступленія, въ обычное время — особымъ лицомъ, на которое это будетъ возложено, а въ вакаціонное время — дежурнымъ, за ихъ подписями, въ особую книгу подъ названіемъ «Входящая книга поступленій».

§ 2. Всякое новое поступленіе вносится во Входящую книгу подъ соответствующимъ номеромъ въ хронологическомъ порядкѣ, и этотъ же номеръ красками или чернилами наносится на этикетку, которая наклеивается на полученный пакетъ (или ящикъ), при чемъ, если въ одномъ поступленіи нѣсколько пакетовъ, № въ книгѣ и на пакетѣ обозначается дробью, числитель которой обозначаетъ № поступленія, а знаменатель — число пакетовъ.

§ 3. Во Входящую книгу заносятся свѣдѣнія: а) о времени полученія; б) о мѣстѣ, откуда получено; в) объ имени отправителя; г) о числѣ мѣстъ; д) о пути полученія (жел. дорога, пароходъ, почта, личная передача и т. п.); е) объ отдѣлѣ поступленія (Китай, Индія и т. п.).

§ 4. Если пріемщику затруднительно опредѣлить самому, къ какому отдѣлу данное полученіе относится, онъ вскрываетъ пакетъ и, по характеру заключающихся въ немъ предметовъ, самъ или съ помощью лицъ, заведующихъ отдѣлами, рѣшаетъ вопросъ.

§ 5. Кромѣ указанного случая, пакеты вскрываются лишь тогда, когда вещи требуютъ мѣръ предохраненія отъ моли. Въ сомнительныхъ случаяхъ коллекціи отправляются еще до вскрытія въ дезинфекціонную камеру.

¹ Составлена, на основаніи принятой въ Музеѣ системы регистраціи, старшимъ этнографомъ Л. Я. Штернбергомъ, обсуждалась въ собраніи лицъ ученаго персонала и утверждена Директоромъ Музея.

§ 6. О получении новых вещей сообщается заведующему соответствующимъ отдѣломъ, который расписывается въ свою очередь въ пріемъ и при первой возможности приступаетъ къ регистраціи, отмѣтивъ во «Входящей книгѣ» тотъ № или №№, подъ которыми новое поступленіе регистрируется.

§ 7. Если новое поступленіе заключаетъ въ себѣ коллекціи, относящіяся къ разнымъ отдѣламъ, то оно распределяется между заведующими; каждая изъ такихъ коллекцій регистрируется въ соответствующемъ отдѣлѣ подъ особымъ номеромъ, а во «Входящей книгѣ» отмѣчаются все №№, подъ которыми новое поступленіе зарегистрировано.

§ 8. До регистраціи пакеты хранятся въ кладовой.

§ 9. Въ первыхъ числахъ ноября каждого года заведующій первоначальной пріемкой просматриваетъ все поступленія этого года и подъ графой послѣдняго поступленія краснымъ черниломъ отмѣчаетъ, какіе №№ еще не поступили въ регистрацію, сообщая объ этомъ Директору.

§ 10. Каждое новое поступленіе данного отдѣла, идущее отъ одного лица или учрежденія, заносится какъ одно цѣлое въ «Инвентарную книгу коллекцій» въ отдельную графу, подъ особымъ №, въ хронологическомъ порядкѣ. Книга эта имѣетъ сплошную нумерацію, начиная съ № 1 вплоть до № 9999, послѣ чего, во избѣжаніе слишкомъ большой многозначности номеровъ, нумерація вновь начинается съ начала, но передъ каждымъ номеромъ ставится прописная буква А и такъ до слѣдующаго десятка тысячъ.

§ 11. Въ графѣ каждого №, въ раздѣленныхъ по рубрикамъ клеткахъ, отмѣчается: отъ кого и когда получена коллекція; когда и кѣмъ зарегистрирована; изъ — какой мѣстности и отъ какого народа; общій составъ коллекціи; способъ пріобрѣтенія (даръ, покупка, по командировкѣ); число номеровъ и вещей; документы, относящіяся къ коллекціи, и № коллекціи по «Входящей книгѣ». Въ случаѣ исключенія предмета въслѣдствіи, это отмѣчается въ соответствующемъ мѣстѣ въ книгѣ, гдѣ для этого имѣется особая рубрика.

§ 12. Послѣ занесенія коллекціи въ «Инвентарную книгу», для нея на особомъ листѣ составляется *регистраціонный списокъ*.

§ 13. Въ заголовкѣ списка выставляется тотъ №, подъ которымъ коллекція занесена въ Инвентарную книгу, а внизу, подъ №, заносится схематически тѣ общія свѣдѣнія о коллекціи, которыя отмѣчены въ Инвентарной книгѣ: отъ такого-то, тогда-то; въ даръ или по командировкѣ, или по покупкѣ (цѣна); мѣстность (общее названіе), народъ; составъ коллекціи (напр., предметы культа, быта, орнамента и т. п.); количество №№ и вещей; документы и № по Входящей книгѣ.

§ 14. До внесенія въ списокъ каждого предмета въ отдельности, необходимо разложить предметы въ извѣстномъ порядкѣ: если въ коллекціи предметы разныхъ народностей, то разложить на группы по этимъ послѣднимъ, а внутри каждой такой группы распределить предметы согласно ихъ назначенію (одежда, утварь, передвиженіе, орудія, культъ и т. п.); въ каждой такой подгруппѣ распределить предметы

по тѣмъ или другимъ характернымъ признакамъ (напр., предметы деревянные, кожаные, плетеные; идола, шаманскіе костюмы и пр.); въ некоторыхъ случаяхъ приходится распределять предметы на группы по районамъ — территориально. После этого въ порядкѣ разгруппировки начинается самая регистрація.

§ 15. Каждый предметъ заносится въ списокъ подъ особымъ номеромъ въ порядкѣ внесенія, а на самомъ предметѣ выставляются двѣ цифры разныхъ шрифтовъ: первая цифра (крупнымъ шрифтомъ) — общій № коллекціи и списка, вторая (мелкимъ шрифтомъ, подведеннымъ чертой) — порядковый № предмета въ списокѣ. Если приписаніе разныхъ шрифтовъ представится въ томъ или другомъ случаѣ неудобнымъ, можно цифры №№ отдѣлять посредствомъ тире. Желательно №№ на предметахъ ставить на опредѣленныхъ, наиболѣе удобныхъ для нахожденія мѣстахъ и по возможности не на выставочной сторонѣ, напр.: на кафтанѣ, шубѣ, рубахѣ — у ворота, на юбкѣ, штанахъ — у пояса, на платкѣ — въ углу, на сапогахъ — у верхняго края голенища, внутри и т. д.

§ 16. Подъ каждымъ порядковымъ номеромъ заносится только *одинъ* предметъ, но подъ «однимъ предметомъ» должно понимать предметъ не какъ нѣчто единичное, а какъ видовидъ, т. е. все то, что по своему назначенію и характеру составляетъ одно цѣлое, хотя бы состояло изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ вещей, какъ, напр.: пара сапогъ, соедѣ и крышка, бубенъ и колотушка, чубукъ и трубка, кій и шары, колода картъ, черешки одного и того же горшка и т. п. Но, напримѣръ, кочанъ и стрѣлы регистрируются отдѣльно, ибо опредѣленнаго комплекта стрѣлъ для кочанана нѣтъ. Если такимъ образомъ подъ однимъ номеромъ приходится заносить нѣсколько предметовъ, то на каждомъ отдѣльномъ предметѣ выставляется общій № съ прибавленіемъ той или другой буквы въ порядкѣ русскаго алфавита. Такъ, напримѣръ, если рѣчь идетъ о чашкѣ съ крышкой, какъ третьемъ предметѣ коллекціи 543, то на чашкѣ будетъ номеръ 543^{3а} или 543—3а, а на крышкѣ — 543^{3б} или 543—3б, а общій № предмета въ списокѣ будетъ 543—3а, б.

§ 17. Если на главномъ предметѣ имѣются неотдѣлимые отъ него второстепенные предметы, которые необходимо выделить при описаніи, то на каждомъ такомъ предметѣ желательно ставить номеръ главнаго предмета съ прибавленіемъ заглавныхъ буквъ французскаго алфавита.

§ 18. Способы зафиксированія номера на предметѣ: 1) на предметахъ изъ камня или металла — жидкой эмалевой краской; 2) на тканяхъ, кожѣ, деревѣ — лакомъ на самомъ предметѣ, предпочтительно не на выставочной сторонѣ; 3) на особыхъ прикрѣпленныхъ къ предмету этикеткахъ, если иные способы нанесенія № представляются неудобными, — чернилами. Для удобства отысканія предмета, а также въ видахъ возможнаго стиранія надписей на самихъ предметахъ рекомендуется, кромѣ надписей на предметахъ, дополнительно прикрѣплять и этикетки.

§ 19. За № слѣдуетъ описаніе предмета. Оно начинается съ названія, при чемъ, если пѣтъ местнаго термина, онъ ставится впереди, а за нимъ — по возможности буквальный переводъ его на русскій языкъ. Далѣе идетъ вѣншее опи-

саніе — форма, составныя части, размѣры, матеріаль, окраска, наиболѣе характерныя особенности, типъ и детали орнамента, назначеніе, при чемъ въ описаніе вносятся все тѣ свѣдѣнія о предметѣ и туземные термины, которые имѣются въ документахъ или литературѣ. Если въ литературѣ или въ спискахъ Музея имѣется подробное описаніе такого же предмета, то въ списокъ даются только схематическія данныя со ссылкой на то или другое сочиненіе или соответствующій номеръ списка. Если матеріаль, изъ котораго изготовленъ предметъ, требуетъ точнаго научнаго опредѣленія (напр., перья, растенія, мѣхъ), то регистраторъ обращается за разъясненіями въ соответствующій Музей Академіи. Описаніе каждаго предмета заканчивается точнымъ указаніемъ мѣстности и народа.

§ 20. Если при коллекціи не имѣется никакихъ документовъ, и не имѣется данныхъ для ея опредѣленія, то составляется провизорный списокъ, и регистраторъ принимаетъ возможные мѣры къ выясненію ея происхожденія и опредѣленію. Таковую коллекцію впредь до опредѣленія слѣдуетъ выставить въ особомъ шкапу неопредѣленныхъ предметовъ.

§ 21. Если въ коллекціи почему-либо зарегистрированъ предметъ изъ другого отдѣла, то дѣлается особая выписка изъ списка и передается вмѣстѣ съ предметомъ заведующему соответствующимъ отдѣломъ.

§ 22. Если заведующій отдѣломъ находитъ, что тѣ или другіе дублетные предметы, безъ ущерба для научнаго значенія коллекціи и интересовъ выставленія, могутъ быть выдѣлены въ число дублетныхъ серій для обмена, то такіе предметы регистрируются въ особую дублетную книгу и отдаются на храненіе спеціально заведующему такимъ собраніемъ лицу.

§ 23. Въ концѣ списка указываются дата начала и конца регистраціи и число страницъ, за подписью регистратора.

§ 24. По окончаніи регистраціи списокъ вкладывается въ папку установленнаго образца, при чемъ заполняются напечатанныя на наружной сторонѣ рубрики, и затѣмъ представляется Директору на подпись, послѣ чего списокъ присоединяется къ остальнымъ спискамъ отдѣла, хранимымъ подъ отвѣтственностью заведующаго. Документы къ данному списку вкладываются въ особую папку подъ тѣмъ же номеромъ, подъ которымъ зарегистрирована коллекція. Папка эта хранится вмѣстѣ съ такими же папками по другимъ коллекціямъ у заведующаго соответствующимъ отдѣломъ. Въ случаѣ отъѣзда заведующаго ключъ отъ шкапа со списками передается Директору Музея.

§ 25. Въ случаѣ, если тотъ или другой предметъ за непадобностью исключается изъ списка или, какъ дублетный, былъ переданъ другому Музею въ обменъ, то объ этомъ отмѣчается какъ въ списокѣ, такъ и въ Инвентарной книгѣ и, кромѣ того, заносится въ особую книгу исключенныхъ предметовъ. Къ концу года все номера такихъ предметовъ представляются Директору для доклада Конференціи.

§ 26. Негативы регистрируются отдѣльно отъ позитивовъ, но при регистраціи тѣхъ и другихъ отмѣчается при каждомъ номерѣ, какой именно номеръ негатива (и

обратно) ему соответствует. — Желательно соответствие порядковых номеров негатиновъ и позитивовъ.

§ 27. Для справокъ заведующіе отдѣлами пользуются не общей регистраціонной книгой, а особой книгой, въ которой скопированы только коллекціи даннаго отдѣла.

§ 28. Для регистраціи фонограммъ ведется спеціальная книга съ особой нумераціей, различаемой по буквѣ F, которая ставится впереди №.

Карточный каталогъ.

§ 29. Цѣль карточного каталога — дать возможность систематизировать и собрать воедино однородный въ томъ или другомъ отношеніи матеріалъ, разбросанный въ различныхъ по времени и составу регистраціонныхъ спискахъ. Систематизація производится: 1) по народностямъ, а внутри каждой народности по тѣмъ или другимъ рубрикамъ (жилище, одежда, утварь, орудія, орнаментъ, культъ и пр.), при чемъ въ каждой рубрикѣ предметы располагаются въ алфавитномъ порядкѣ; 2) типологически, въ зависимости отъ тѣхъ или другихъ научныхъ требованій, для цѣлей сравнительнаго изученія группъ или видовъ объектовъ культуры одной этнографической области или всей эйкумены человѣка. Въ этихъ видахъ желательно каждую карточку имѣть въ нѣсколькихъ копіяхъ, каковыя изготовляются по мѣрѣ дѣйствительной въ нихъ надобности.

§ 30. Карточка раздѣлена на двѣ половины. На одной дается изображеніе предмета въ видѣ фотографіи или рисунка, на другой приводятся описательныя данныя, которыя излагаются въ схематическомъ видѣ, но должны заключать въ сжатой формѣ тотъ минимумъ свѣдѣній, которыя въ научномъ отношеніи наиболѣе важны и характерны для описываемаго предмета. Главнымъ же источникомъ для подробнаго изученія является регистраціонный списокъ.

§ 31. Карточный каталогъ обязательно составлять одновременно съ составленіемъ регистраціоннаго списка. При составленіи карточного каталога къ старымъ коллекціямъ необходимо, помимо списковъ, заново внимательно ознакомиться съ описываемымъ предметомъ.

§ 32. На карточкѣ должны быть дата составленія и, кромѣ подписи составителя карточки, фамилія регистратора, если это разные лица.

§ 33. Въ каждомъ отдѣлѣ карточки располагаются въ алфавитномъ порядкѣ по народамъ, а внутри каждой народности — по категоріямъ культуры (§ 29), но сверхъ того, рекомендуется приготовить двѣ серіи копій карточекъ: одну — для включенія ея въ обще-музейный каталогъ, другую — для расположенія карточекъ въ порядкѣ №№ коллекцій, дабы этой серіей возможно было пользоваться, въ нужныхъ случаяхъ, не прибѣгая къ оригинальнымъ спискамъ.

§ 34. Кромѣ указаннаго основнаго карточного каталога, составляются карточные каталоги по шкапамъ. На карточку въ $\frac{1}{16}$ долю листа наносится № шкафа,

въ которомъ хранится данный предметъ, № предмета, его названіе (русское), назначеніе и мѣстопроехожденіе. Въ каждомъ шкапу хранится комплектъ карточекъ предметовъ, въ немъ заключающихся. Въ случаѣ перенесенія предмета въ другой шкафъ, вмѣстѣ съ предметомъ переносится и его карточка, на которой отмѣчается новый № шкапа. Въ случаѣ же временнаго изытія предмета (для фотографированія или изученія), на его мѣсто помѣщается карточка, на которой отмѣчается карандашомъ временное его мѣстопахожденіе.

§ 35. Регистраціонныя списки составляются на особой документной бумагѣ.

V заседание, 9 марта 1916 года.

Вице-Президентъ отъ имени всѣхъ членовъ Отдѣленія привѣтствовалъ присутствующаго впервые въ засѣданіяхъ Академіи академика П. Г. Виноградова.

Генеральный Консулъ на Родосѣ А. Д. Калмыковъ сообщилъ:

«Мнѣю честь представить при семъ фотографію греко-финикійской надписи, найденной на Родосѣ, близъ города, на предполагаемомъ мѣстѣ храма Зевса Атабинрійскаго во время экскурсіи, предпринятой мною въ сопровожденіи г. Mainigi, хранителя древностей, и Оксфордскаго профессора Muges, нашедшаго эту надпись на поверхности земли. Одинъ снимокъ отправленъ въ Римъ, а другой въ Оксфордъ.

«До сихъ поръ, за исключеніемъ Кипра, финикійскія надписи почти не встрѣчались на островахъ восточной половины Средиземнаго моря.

«На верху плиты сохранилось только последнее слово греческаго votивнаго текста ΧΑΡΙΣΤΗΡΙΟΝ, далѣе слѣдуетъ финикійскій текстъ, который не могъ быть прочитанъ на Родосѣ».

Положено передать академику П. К. Коковцову и благодарить А. Д. Калмыкова.

Академикъ К. Г. Залеманъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью приватъ-доцента Н. Ю. Крачковскаго «Новая рукопись пятого тома исторіи Ибн-Мискавейха» (I. J. Kračkovskij. Un nouveau manuscrit de V-e volume de l'histoire d'Ibn-Miskawayh), основанную на матеріалахъ, привезенныхъ В. А. Ивановымъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читалъ:

«Въ виду того, что «Инструкція для регистраціи коллекцій въ Музеѣ Антропологии и Этнографіи имени Императора Петра Великаго» могла бы быть полезной для устройства музеевъ Губернскихъ Ученыхъ Архивныхъ Комиссій, желательно было бы предоставить 30 экземпляровъ въ распоряженіе «Постоянной Исторической Комиссіи» для разсылки въ архивныя комиссіи».

Разрѣшено.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читалъ докладъ о научной дѣятельности нѣкоторыхъ Губернскихъ Ученыхъ Архивныхъ Комиссій по ихъ отчетамъ, преимущественно — за 1911—1914 гг.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій просилъ напечатать найденную въ бумагахъ А. А. Куника Грамоту царей Иоанна Алексѣевича и Петра Алексѣевича шведскому королю Карлу XI не въ «Извѣстіяхъ» Академіи, какъ было постановлено Отдѣленіемъ, а въ «Запискахъ» Отдѣленія.

Разрѣшено.

Академикъ Н. Я. Марръ читалъ:

«Игнатій Георгіевичъ Габліани, одинъ изъ сотрудниковъ моихъ по записи сваяскихъ текстовъ на нарѣчій верхне-ингурской Сваиц, именно на мулахскомъ говорѣ, прислалъ 15 статей (стр. 1—18), представляющихъ описаніе цикла годовыхъ народныхъ праздниковъ съ Нового года по день «Поминовенія въ скоромные дни», — праздниковъ языческихъ и тогда, когда они приурочены къ днямъ, священнымъ христіанской религіею, и даже носятъ христіанскія названія. Въ доставленныхъ описаніяхъ имѣемъ праздники въ большинствѣ тѣ же, что описаны священникомъ Арс. Опіаномъ на лѣшскомъ нарѣчій. Описаніе Н. Г. Габліани отличается сравнительной краткостью, но верхне-ингурское нарѣчье для записи представляетъ значительныя трудности, особенно по наличію въ немъ ряда разнovidностей гласныхъ, и съ этой стороны записыватель очень тщательно считается. Н. Г. Габліани продолжаетъ работу. Въ письмѣ отъ 20 февраля онъ пишетъ: «Остальные постараюсь прислать въ скоромъ будущемъ. Очень я радъ, что на новомъ мѣстѣ у меня есть возможность работать, и надѣюсь въ будущемъ сдѣлать болыше, чѣмъ до сихъ поръ»».

ДОКЛАДЫ О НАУЧНЫХЪ ТРУДАХЪ.

В. П. Дробовъ. Матеріалы къ систематикѣ сибирскихъ представителей рода *Agropyron* Gaertn. (V. Drobov. Contributions à l'étude des espèces sibériennes du genre *Agropyron* Gaertn).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 16 марта 1916 г. академикомъ И. П. Бородинымъ).

Авторъ возстановляетъ два забытыхъ вида, *Agropyron boreale* и *A. macrogum*, и описанныхъ (подъ *Triticum*) Турчаниновымъ, и устанавливаетъ 3 новыхъ: *A. mutabile* (съ разновидностями *scabrum* и *glabrum*), *A. jacutense* и *A. wiluicum*.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

С. Ганешинъ. Сезонныя расы *Melampyrum nemorosum* L. (Съ 3 таблицами рисунковъ). [S. S. Ganešin. Les races de saison de *Melampyrum nemorosum* L.].

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 30 марта 1916 г. академикомъ И. П. Бородинымъ).

Въ Шлиссельбургскомъ уѣздѣ Петроградской губерніи авторомъ найдена несомнѣнно весенняя луговая раса *Melampyrum nemorosum* L., гомологичная описанной для горныхъ луговъ Моравіи и Венгріи *M. Moravicum* Н. Вгауш., отличающейся болѣе густымъ соцвѣтіемъ, широкими сильно покрашенными прицвѣтниками и болѣе широкими листьями. Въ томъ же уѣздѣ была найдена на крутомъ склонѣ съ кустарниками и другая — позднсоцвѣтущая, по всей вѣроятности, пеходная раса *M. nemorosum* L. Изъ нея пу-

темъ отбора при помощи покоса выработалась рано цвѣтущая луговая, которой дано названіе subsp. *Zingeri* (въ честь проф. Ново-Александрійскаго Института С. Х. и Л. — Н. В. Цингера), а другой (первоначальной) — subsp. *typicum*. Такимъ образомъ, Линнеевскій *M. nemorosum* распадается на 3 сезонныя расы: subsp. *Zingeri*, subsp. *moravicum* и subsp. *typicum*.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Дробовъ, В. Новыя растенія для флоры Туркестана, съ 2 таблицами рисунковъ.
(V. Drobov. Nouvelles plantes du Turkestan).

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 30 марта 1916 г. академикомъ И. П. Бородинымъ).

Авторъ даетъ описаніе 24 новыхъ формъ, собранныхъ имъ лѣтомъ 1915 г. въ Ферганской области; изъ нихъ 9 новыхъ видовъ, остальные разновидности.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

О вліяніи давленія кислорода на скорость выцвѣтанія красокъ въ видимомъ спектрѣ.

П. П. Лазарева.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 2 марта 1916 г.).

Въ моихъ работахъ, посвященныхъ вліянію давленія кислорода на выцвѣтаніе¹ красокъ, было доказано, что при измѣненіи концентраціи кислорода въ окружающей средѣ скорость реакціи выцвѣтанія измѣняется по уравненію

$$-\frac{dC}{dt} = M(C' + C_0'), \dots\dots\dots (I)$$

гдѣ C есть концентрація краски, C' — концентрація кислорода, C_0' — постоянная, зависящая отъ способа приготовленія выцвѣтающей пленки, и M — величина постоянная при постоянныхъ условіяхъ поглощенія свѣта въ выцвѣтающей пленкѣ и равная $\alpha J (1 - e^{-kC})$ [k есть коэффициентъ поглощенія, J — яркость свѣта, и α — постоянная фотохимической реакціи].

Формула (I) оказалась прекрасно оправдывающейся на опытѣ для ряда красокъ при давленіи отъ нѣсколькихъ миллиметровъ ртутнаго столба до одной атмосферы. Представлялось далѣе интереснымъ распространить то же изслѣдованіе до давленій значительно большихъ атмосфернаго, и въ настоящей работѣ приведены результаты изслѣдованія выцвѣтанія красокъ въ атмосферѣ кислорода вплоть до давленій около ста атмосферъ.

¹ См. P. Lazareff. Zeitschr. f. physik. Chemie Bd. 78, p. 657, 1912, а также П. Лазаревъ. Выцвѣтаніе красокъ и пигментовъ въ видимомъ спектрѣ. Опытъ изученія основныхъ законовъ химическаго дѣйствія свѣта. Москва [изъ «Извѣстій Императорскаго Техническаго Училища»], стр. 67, 1911.

Методъ и аппараты.

При опредѣленіи вліянія давленія кислорода на ходъ выцвѣтанія покрашенныя коллодійныя пленки на стеклѣ помѣщались въ стальной сосудъ, въ которомъ давленіе могло быть доведено до 125 атмосферъ, и у котораго двѣ противоположныя стѣнки дѣлались изъ толстаго стекла, позволявшаго внутрь сосуда пропускать свѣтъ опредѣленной длины волны, вызывающій выцвѣтаніе въ пленкѣ, и одновременно измѣрять спектрофотометрически количество разложившейся краски¹.

Приготовленіе пленокъ производилось такъ, какъ это было описано въ первыхъ работахъ².

Приборъ, въ которомъ производилась реакція, состоялъ изъ стальной четырехгранной призмы $AAAA$, вдоль которой былъ просверленъ каналъ O_1O_2 для помѣщенія пленки F . [См. рис. 1].

Перпендикулярно къ каналу O_1O_2 имѣлся второй сквозной каналъ, находящійся противъ того мѣста, гдѣ помѣщалась пленка F . Въ одно

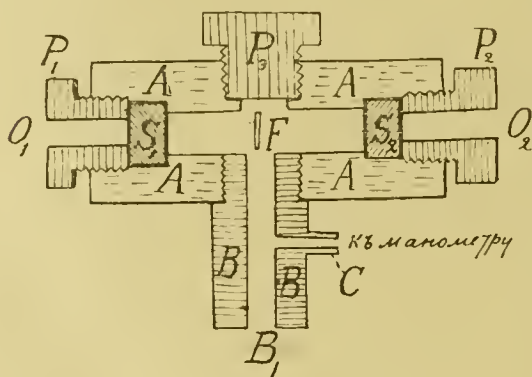


Рис. 1.

отверстіе канала ввинчивалась стальная пробка P_3 , въ другое стальная передаточная часть BB , ведущая къ бомбѣ съ сжатымъ кислородомъ [отверстіе B_1] и къ манометру [трубка C]. Плотное герметическое закрѣпленіе пробки BB достигалось свинцовыми прокладками. Для плотнаго закрѣпленія пробки P_3 вкладывалась фибровая пластинка.

Отверстія O_1 и O_2 закрывались толстыми шлифованными стеклянными цилиндрами S_1 и S_2 , которые при помощи винтовъ P_1 и P_2 , имѣвшихъ въ себѣ каналы, плотно прижимались къ выточкамъ въ стальномъ цилиндрѣ. Для герметическаго закрытія и здѣсь примѣнялись свинцовыя кольцеобразныя прокладки. Свѣтъ въ аппаратъ свободно проходитъ, какъ видно изъ описанія, въ пространствѣ O_1O_2 . Общее расположеніе приборовъ видно изъ рис. 2.

¹ См. Р. Lasareff. Ann. d. Physik. Bd. 24, p. 661, 1907.

Р. Lasareff. Ann. d. Physik. Bd. 37, p. 812, 1912.

² Р. Lasareff. Ann. d. Phys. loc. cit.

Лучи свѣта отъ Нернстовскаго штифта N , служившаго линейнымъ источникомъ свѣта, проходили черезъ спектроскопъ à vision directe $L_1 P L_2$ и давали спектръ. Ширма съ линейной щелью Sp вырѣзала изъ спектра пучокъ расходящихся однородныхъ лучей, которые обращались въ параллельные линзой L_3 и въ такомъ видѣ проходили вышеописанный приборъ для выцвѣтанія A . Далѣе при помощи зеркала S_1 и линзы L_4 лучи соединялись на щели

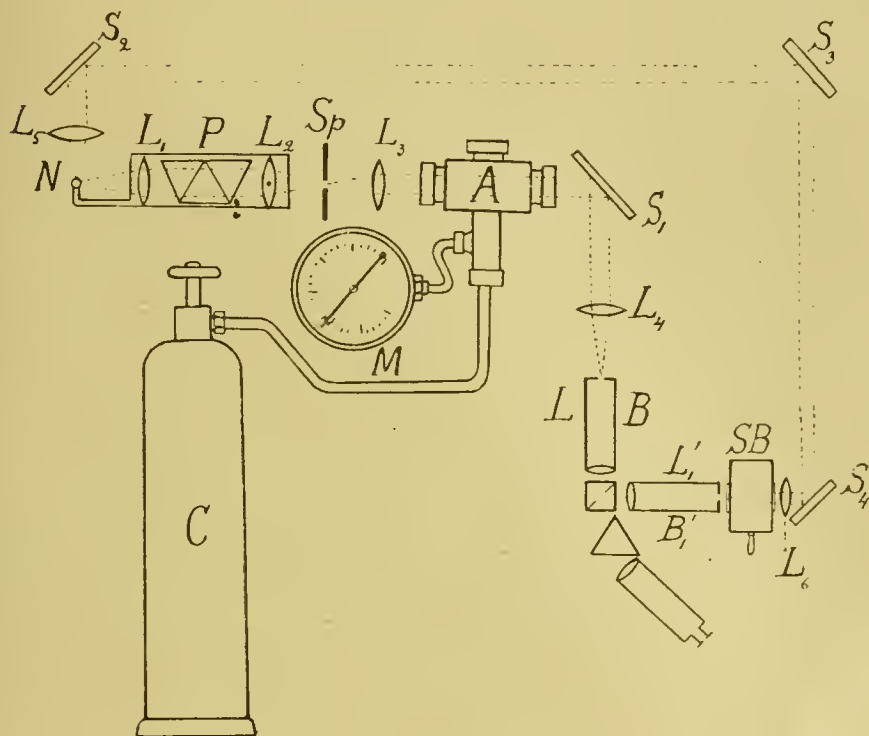


Рис. 2.

Люммеръ-Бродхуновскаго спектрофотометра¹, которымъ и измѣрялось выцвѣтаніе. Пучокъ свѣта, освѣщающій вторую щель спектрофотометра и проходящій для соответствующаго ослабленія черезъ бродхуновскій секторъ² SB , получался отъ того же источника свѣта N и рядомъ линзъ L_5 и L_6 и зеркалъ S_2 , S_3 , S_4 соединялся на второй щели. Всѣ ошибки, зависящія отъ колебанія въ яркости источника свѣта N , такимъ образомъ исключались вполне.

Для контроля постоянства яркости лампъ въ теченіе выцвѣтанія параллельно лампѣ N включался вольтметръ, позволявшій во время опыта строго

¹ O. Lummer u. E. Brodhun. Zeitschr. f. Instrumentenk. Bd. 12, p. 132. 1892.

² E. Brodhun. Zeitschr. f. Instrumentenk. Bd. 14, p. 310. 1894.

слѣдить за постоянствомъ вольтажа и поддерживать, путемъ тонкаго регулированія при помощи реостатовъ, постоянное напряженіе на борнахъ лампы.

Камера для выцвѣтанія *A* соединилась толстостѣннымъ мѣдными трубками съ манометромъ *M* и бомбой съ сжатымъ кислородомъ *C*.

Ходъ опыта былъ такой: послѣ того какъ всѣ приборы были установлены и аппаратъ *A* герметически закрытъ, осторожно открывался вентиль бомбы *C*, и въ сосудѣ *A* получалось желаемое давленіе¹, которое отсчитывалось по манометру *M*.

При этомъ производился отсчетъ по спектрофотометру, дававшій отношеніе яркостей лучей попадавшихъ въ ту и другую щель спектрофотометра. Послѣ этого вентиль бомбы закрывался, у сосуда *A* отвинчивалась крышка, и въ каналъ *F* (рис. 1) помѣщалась выцвѣтающая пленка; вторично открывался вентиль, получалось прежнее же давленіе, и производился второй отсчетъ по спектрофотометру, дававшій степень поглощенія свѣта въ пленкѣ.

Наконецъ, послѣ пребыванія пленки въ теченіе опредѣленнаго времени на свѣту производился окончательный отсчетъ по спектрофотометру, позволявшій судить объ измѣненіи поглощенія въ пленкѣ отъ выцвѣтанія въ теченіе времени τ и опредѣлять разложеніе за это время ΔC въ доляхъ первоначальной концентраціи C [т. е. величину $\frac{\Delta C}{C}$]. Отсюда находилась величина $\frac{\Delta C}{C \cdot \tau}$, приведенная въ таблицѣ.

Длина волны свѣта, дѣйствующаго на пленку, опредѣлялась такъ, что у спектрофотометра, предварительно градуированнаго на длинѣ волнъ, труба съ гауссовскимъ окуляромъ устанавливалась такъ, чтобы въ полѣ зрѣнія была видна освѣщенная однородными лучами щель *Sr* (рис. 2). Производя опредѣленіе положенія трубы, найдемъ и соответствующую длину волны.

Для поддержанія вполнѣ постояннаго давленія имѣлся рядъ бомбъ съ сгущеннымъ кислородомъ, полученнымъ изъ одного баллона, при чемъ давленіе газа въ бомбахъ было различно. Въ теченіе всего опыта вентиль бомбы былъ открытъ, и такимъ образомъ реакціонный сосудъ соединялся съ большимъ резервуаромъ, служившимъ для поддержанія постоянства давленія.

Расчеты производились такъ, какъ это было указано въ моихъ вышецитированныхъ работахъ, и всѣ пленки приготавлились разрѣзываніемъ изъ одного большого стекла, покрытаго окрашеннымъ коллодіемъ.

¹ Во время одного изъ опытовъ по неосторожности механика, открывшаго сразу вентиль, произошелъ сильный взрывъ, сопровождавшійся расплавленіемъ части стального цилиндра, сплавившагося въ этихъ мѣстахъ съ мѣдными надставными трубками.

Въ заключеніе необходимо обратить особое вниманіе на необходимость самой тщательной очистки сосуда отъ слѣдовъ масла и жировъ, могущихъ вызвать при быстромъ впускѣ кислорода взрывъ.

Результаты.

Изъ найденныхъ отсчетовъ по спектрофотометру вычислялась величина $\frac{\Delta C}{C}$ ¹, которая дѣлилась на τ , и эти величины и приведены на таблицѣ I и II.

Т а б л и ц а I.

Суанин ($\lambda = 603 \mu\mu$).

Время выцвѣ- танія τ въ секундахъ.	Давленіе p въ атмосферахъ.	$\frac{\Delta C}{C \cdot \tau}$.
330	1	$0,95 \cdot 10^{-4}$
264	30	$4,1 \cdot 10^{-4}$
180	54	$5,8 \cdot 10^{-4}$
240	80	$5,4 \cdot 10^{-4}$
180	110	$4,3 \cdot 10^{-4}$.

Т а б л и ц а II.

Суанин ($\lambda = 590$).

Время выцвѣ- танія τ въ секундахъ.	Давленіе p въ атмосферахъ.	$\frac{\Delta C}{C \cdot \tau}$.
600	12	$2,8 \cdot 10^{-4}$
364	22	$3,4 \cdot 10^{-4}$
303	46	$8,4 \cdot 10^{-4}$
294	72	$7,6 \cdot 10^{-4}$
180	116	$11,1 \cdot 10^{-4}$
189	120	$9,4 \cdot 10^{-4}$.

Приведенные въ таблицѣ I и II результаты, выбранные изъ большого числа опытовъ, протекавшихъ съ одинаковыми данными, сопоставлены графически на рис. 3, гдѣ по оси абсциссъ отложено p и по оси ординатъ $\frac{\Delta C}{C \tau}$.

¹ Разсчеты см. P. Lazareff, Ann. d. Phys. u. Zeitschr. f. physik. Chemie loc. cit.

Какъ видно изъ рис. 3, скорость реакціи фотохимическаго разложенія краски съ увеличеніемъ давленія не возрастаетъ пропорціонально концентраціи, а стремится къ нѣкоторому стаціонарному состоянію, когда разложеніе не зависитъ отъ давленія.

Объясненіе этому факту мы можемъ найти въ томъ, что свѣтъ освобождаетъ въ каждую единицу времени электроны изъ небольшого числа нейтральныхъ молекулъ, которыя превращаются при этомъ въ іоны. Чтобы іонъ далъ новое вещество, соединившись съ кислородомъ, необходимо, чтобы онъ испыталъ соудареніе съ молекулой кислорода, и мы можемъ допустить, что при малыхъ давленіяхъ число образующихся іоновъ болѣе, чѣмъ число іоновъ, испытавшихъ соудареніе съ молекулами кислорода за тотъ же промежутокъ времени; съ увеличеніемъ давленія это послѣднее число растетъ, и мы можемъ себѣ легко представить, что когда число іоновъ испытавшихъ за единицу времени превращеніе подъ вліяніемъ соударенія съ молекулами кислорода, сдѣлается равнымъ числу вновь образовавшихся іоновъ, мы по-

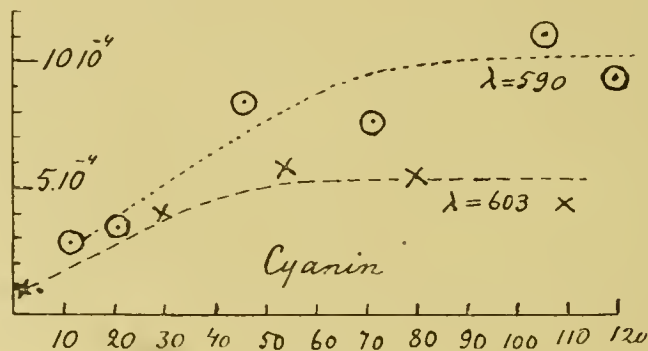


Рис. 3.

лучимъ стаціонарное состояніе и независимость реакціи отъ давленія, такъ какъ дальнѣйшее увеличеніе давленія, вызывая увеличеніе столкновеній молекулъ кислорода съ нейтральными молекулами краски за единицу времени, не внесетъ измѣненія въ скорость реакціи.

Настоящая работа выполнена мною въ Физическомъ Институтѣ Императорскаго Техническаго Училища при матеріальной поддержкѣ со стороны Общества имени Х. С. Леденцова. Позволяю себѣ и здѣсь принести Обществу мою глубокую благодарность за поддержку моихъ изслѣдованій.

Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène.

Par A. Liapounoff (Liapunov).

Seconde Partie *.

(Présenté à l'Académie le 30 mars/12 avril 1916).

15. Revenons aux formules du n° 11 et considérons de plus près la connexion qui existe entre les fonctions ζ et ξ .

En désignant ces fonctions, quand il faudra mettre en évidence leur argument a , par $\zeta(a)$ et $\xi(a)$, nous pouvons écrire l'équation

$$(R + c)\zeta = \frac{1}{a^2} F(a \sqrt{1 + \zeta}),$$

dont la résolution donne la fonction ζ , sous la forme suivante:

$$(1) \quad \zeta = (1 + \zeta) \xi(a \sqrt{1 + \zeta}).$$

Or, si nous posons

$$a \sqrt{1 + \zeta} = v,$$

cette équation pourra s'écrire

$$(2) \quad v^2 [1 - \xi(v)] = a^2.$$

Donc, si les deux fonctions ζ et ξ sont déjà connues, la formule $v = a \sqrt{1 + \zeta}$ donnera une solution par rapport à v de l'équation (2).

De même, la formule $a = v \sqrt{1 - \xi(v)}$ donnera une solution par rapport à a de l'équation $a^2 [1 + \zeta(a)] = v^2$, en sorte que, a étant remplacé par sa valeur, on aura

$$\xi(v) = [1 - \xi(v)] \zeta(v \sqrt{1 - \xi(v)}).$$

* Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences, 1916, page 471.

Or, cette égalité étant une identité par rapport à v , on peut y remplacer v par a . On aura donc

$$(3) \quad \xi = (1 - \xi) \zeta(a \sqrt{1 - \xi}).$$

De cette façon la résolution de l'équation (1), quand la fonction ξ est connue, donnera la fonction ζ , et la résolution de l'équation (3), quand la fonction ζ est connue, donnera la fonction ξ .

Remplaçons l'équation (1) par celle-ci :

$$\zeta = \varepsilon(1 - \zeta) \zeta(a \sqrt{1 - \zeta}),$$

où ε est un paramètre arbitraire, et considérons la solution ζ de cette dernière équation s'annulant pour $\varepsilon = 0$. En la développant suivant les puissances de ε , nous aurons, d'après la formule de Lagrange,

$$\zeta = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\varepsilon^n}{n!} \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \zeta^n}{\partial (a^2)^{n-1}}.$$

Cette formule sera valable, tant que $|\varepsilon|$ reste au-dessous d'une certaine limite dépendant de α ; mais cette limite pourra être rendue aussi grande qu'on veut en faisant $|\alpha|$ suffisamment petit. On peut donc supposer $|\alpha|$ assez petit pour qu'on puisse poser $\varepsilon = 1$, et, en le faisant, on arrive à la formule (26) du n° 11, savoir

$$(4) \quad \zeta = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \zeta^n}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

qui donne la solution de l'équation (1) s'annulant pour $\alpha = 0$.

En traitant de même l'équation

$$\xi = \varepsilon(1 - \xi) \zeta(a \sqrt{1 - \xi}),$$

on aura, pour la solution ξ de l'équation (3) s'annulant pour $\alpha = 0$, l'expression suivante :

$$(5) \quad \xi = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n!} \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}}.$$

De cette façon chacune des deux formules (4) et (5) sera une inversion de l'autre, et ces formules pourront être considérées comme des formules de transformation qui ont pour but de remplacer l'une des deux fonctions ζ et ξ par une autre.

Cela posé, nous allons transformer l'équation (23) du n° 11 de manière à y introduire, au lieu de ζ , la fonction ξ .

16. Pour effectuer ladite transformation, reportons-nous à la formule (25) du n^o 11.

En y remplaçant $F(a)$ par son expression, nous pouvons écrire cette formule comme il suit:

$$(6) \quad (R + c) a^2 \xi = J(a) - J(0) - J'(0) a + \left(\frac{\eta}{2\Delta} \Theta + c \right) a^2.$$

Or, a étant plus petit que 1, on a

$$J(a) = \frac{1}{4\pi} \int_1^{1+\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(a, \sqrt{u})}.$$

Il ne reste donc qu'à remplacer $\bar{\zeta}'$ par son expression qu'on déduit de la formule (4) en y faisant $a=1$, $\theta=\theta'$, $\psi=\psi'$, ce qui donne

$$\bar{\zeta}' = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \xi^n(a, \theta', \psi')}{\partial (a^2)^{n-1}} \right\}_{a=1}.$$

où

$$\xi^n(a, \theta', \psi') = [\xi(a, \theta', \psi')]^n,$$

$\xi(a, \theta, \psi)$ étant la notation de ξ comme fonction de a, θ, ψ .

Après ce remplacement, la formule (6) représentera l'équation transformée. Mais, pour la rendre maniable, il faut encore y développer $J(a)$ suivant les ordres relatifs à la fonction ξ , ce qui revient à développer $J(a)$, après y avoir remplacé $\bar{\zeta}'$ par la série

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\varepsilon^n}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \xi^n(a, \theta', \psi')}{\partial (a^2)^{n-1}} \right\}_{a=1},$$

suivant les puissances de ε et à poser ensuite $\varepsilon=1$.

Or cette série est une solution de l'équation

$$x = \varepsilon(1+x)\xi(\sqrt{1+x}, \theta', \psi').$$

La question se réduit donc à développer suivant les puissances de ε l'intégrale

$$\int_1^{1+x} \frac{\sqrt{u} du}{D(a, \sqrt{u})},$$

x étant la racine de l'équation précédente qui s'annule pour $\varepsilon=0$, et c'est ce qu'on peut faire à l'aide de la formule de Lagrange qui donnera

$$\int_1^{1+x} \frac{\sqrt{u} du}{D(a, \sqrt{u})} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\varepsilon^n}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1}}{\partial u^{n-1}} \frac{u^{n+\frac{1}{2}} \xi^n(\sqrt{u}, \theta', \psi')}{D(a, \sqrt{u})} \right\}_{u=1}.$$

Cela étant, le développement de $J(a)$ qu'il fallait obtenir sera

$$J(a) = \frac{1}{4\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1}}{\partial u^{n-1}} \int \frac{u^{n+\frac{1}{2}} \xi^n(\sqrt{u}, \theta', \psi')}{D(a, \sqrt{u})} d\sigma' \right\}_{u=1}.$$

Nous poserons, pour abrégé,

$$(7) \quad \frac{u^{n+\frac{1}{2}}}{4\pi} \int \frac{\xi^n(\sqrt{u}, \theta', \psi') d\sigma'}{D(a, \sqrt{u})} = I_n(a, u).$$

Alors, le terme correspondant à $n=1$ étant écrit à part, il viendra

$$J(a) = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}' d\sigma'}{D(a, 1)} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} I_n(a, u)}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1},$$

en convenant de poser

$$\xi(1, \theta, \psi) = \bar{\xi}, \quad \xi(1, \theta', \psi') = \bar{\xi}'.$$

On en déduira ensuite immédiatement les expressions de $J(0)$ et de $J'(0)$. Mais, pour ce qui va suivre, il suffit de savoir que $J(0)$ est une constante par rapport à θ et ψ et que $J'(0)$ est égal à $\sin \theta \cos \psi$ multiplié par une constante.

D'après tout cela, l'équation (6) prendra la forme

$$(8) \quad (R+c)a^2 \xi = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}' d\sigma'}{D(a, 1)} + h + h' a \sin \theta \cos \psi \\ + \left(\frac{\eta}{2\Delta} \Theta + c \right) a^2 + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} I_n(a, u)}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1},$$

où h et h' sont des constantes qu'il faudra déterminer de manière à rendre le second membre divisible par a^3 .

Telle sera la transformée de l'équation (23) du n° 11.

Remarquons que le calcul de la formule (7) doit être effectué dans l'hypothèse $a < \sqrt{u}$. Par suite, le symbole

$$\left\{ \frac{\partial^{n-1} I_n(1, u)}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1}$$

représentera la limite vers laquelle tend la dérivée

$$\frac{\partial^{n-1} I_n(1, u)}{\partial u^{n-1}}$$

quand u tend vers 1 par une suite de valeurs plus grandes que 1.

A cette condition, l'équation (8) aura lieu pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0,1)$, y compris la valeur $a = 1$, pourvu que le paramètre α soit assez petit en valeur absolue.

17. En présentant la fonction ξ sous la forme de la série

$$\xi = \xi_1 \alpha + \xi_2 \alpha^2 + \xi_3 \alpha^3 + \dots,$$

nous avons vu au n° 12 que $a^2 \xi_r$ sera une fonction entière des arguments

$$(9) \quad a \sin \theta \cos \psi, \quad a \sin \theta \sin \psi, \quad a \cos \theta$$

de degré ne dépassant pas mr . A présent, en considérant l'équation (8), nous pouvons arriver, au sujet de ce degré, à une conclusion plus précise.

Formons, en partant de cette équation, les équations que doivent vérifier les ξ_r .

Substituons dans l'équation (8) l'expression ci-dessus de ξ et posons

$$r_1 = r_1 \alpha + r_2 \alpha^2 + r_3 \alpha^3 + \dots,$$

$$c = c_1 \alpha + c_2 \alpha^2 + c_3 \alpha^3 + \dots,$$

$$h = h_1 \alpha + h_2 \alpha^2 + h_3 \alpha^3 + \dots,$$

$$h' = h'_1 \alpha + h'_2 \alpha^2 + h'_3 \alpha^3 + \dots.$$

Alors, en égalant les coefficients des mêmes puissances de α , nous obtiendrons les équations suivantes:

$$(10) \quad \begin{aligned} Ra^2 \xi_1 &= \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_1' d\sigma'}{D(a,1)} + h_1 + h'_1 a \sin \theta \cos \psi + \frac{r_1}{2\Delta} a^2 \Theta + c_1 a^2, \\ Ra^2 \xi_2 &= \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_2' d\sigma'}{D(a,1)} + h_2 + h'_2 a \sin \theta \cos \psi + \frac{r_2}{2\Delta} a^2 \Theta + c_2 a^2 \\ &\quad - c_1 a^2 \xi_1 + \frac{1}{8\pi} \left\{ \frac{\partial}{\partial u} \int \frac{u^{\frac{5}{2}} \bar{\xi}_1'^2 (\sqrt{u}, \theta', \psi') d\sigma'}{D(u, \sqrt{u})} \right\}_{u=1} \end{aligned}$$

et, en général, avec le symbole K_r du n° 9,

$$(11) \quad \begin{aligned} Ra^2 \xi_r &= \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_r' d\sigma'}{D(a,1)} + h_r + h'_r a \sin \theta \cos \psi + \frac{r_r}{2\Delta} a^2 \Theta + c_r a^2 \\ &\quad - a^2 K_r c \xi + \sum_{n=2}^{n=r} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} K_r I_n(u, u)}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1}. \end{aligned}$$

A l'aide de ces équations et de certaines conditions, on pourrait déterminer, sans rien connaître préalablement, les fonctions ξ_r et toutes les constantes qui figurent dans ces équations. Mais ce n'est pas de cela que nous voulons nous occuper à présent.

Nous savons déjà que $a^2 \xi_r$ est une fonction entière des arguments (9), et tout ce que nous voulons déterminer en ce moment c'est le degré de cette fonction ou, du moins, une limite supérieure que ce degré ne pourra jamais dépasser. C'est ce que nous ferons à l'aide des équations précédentes, en supposant que les fonctions ξ_r jouissent de toutes les propriétés qui ont été indiquées au n° 12.

18. En ce qui concerne $a^2 \xi_1$, le degré de cette fonction sera précisément égal à m . On doit donc commencer par la recherche du degré de $a^2 \xi_2$.

En se reportant à l'équation (10), on voit immédiatement que le premier terme du second membre sera de degré dépendant de celui de la fonction ξ_2 , et que les degrés des autres termes, à l'exception du dernier, seront inférieurs ou égaux à m , puisque m sera toujours plus grand que 2.

Voyons donc quel sera le degré du dernier terme.

Le produit

$$u^2 \xi_1^2 (\sqrt{u}, \theta', \psi')$$

représentera une fonction entière des arguments

$$(12) \quad \sqrt{u} \sin \theta' \cos \psi', \quad \sqrt{u} \sin \theta' \sin \psi', \quad \sqrt{u} \cos \theta'$$

de degré $2m$, et cette fonction sera paire par rapport à chacun des trois arguments. Par suite, si l'on ordonne cette fonction suivant les puissances décroissantes de \sqrt{u} , elle sera de la forme

$$u^m H_{2m}(\sin \theta' \cos \psi', \cos \theta') + u^{m-1} H_{2m-2}(\sin \theta' \cos \psi', \cos \theta') + \dots,$$

$H_n(x, y)$ désignant, d'une manière générale, une fonction entière de x et y de degré ne dépassant pas n , paire par rapport à y et paire ou impaire par rapport à x , selon que n est pair ou impair.

Or, d'après ce que nous avons vu au n° 9, l'intégrale

$$\int \frac{\sqrt{u} H_n(\sin \theta' \cos \psi', \cos \theta')}{D(a, \sqrt{u})} d\sigma',$$

en supposant $a < \sqrt{u}$, représentera une fonction entière des arguments

$$\frac{a}{\sqrt{u}} \sin \theta \cos \psi, \quad \frac{a}{\sqrt{u}} \sin \theta \sin \psi, \quad \frac{a}{\sqrt{u}} \cos \theta$$

de degré n , paire par rapport à chacun des deux derniers arguments et paire ou impaire par rapport au premier, selon que n est pair ou impair. Nous aurons donc, en ordonnant suivant les puissances décroissantes de $\frac{a}{\sqrt{u}}$, et en posant, pour abrégé, $\sin\theta \cos\psi = s$, $\cos\theta = t$, $\sin\theta' \cos\psi' = s'$, $\cos\theta' = t'$,

$$\int \frac{\sqrt{u} H_n(s', t')}{D(a, \sqrt{u})} d\sigma' = \left(\frac{a}{\sqrt{u}}\right)^n G_n(s, t) + \left(\frac{a}{\sqrt{u}}\right)^{n-2} G_{n-2}(s, t) + \dots,$$

$G_i(s, t)$ étant une fonction entière de la même nature que $H_i(s, t)$.

Cela posé, on aura pour l'intégrale

$$\int \frac{u^{\frac{5}{2}} \bar{\xi}_1^2(\sqrt{u}, \theta', \psi') d\sigma'}{D(a, \sqrt{u})}$$

une expression de la forme

$$\begin{aligned} a^{2m} G_{2m}(s, t) + a^{2m-2} G_{2m-2}(s, t) u + a^{2m-4} G_{2m-4}(s, t) u^2 + \dots \\ + a^{2m-2} G'_{2m-2}(s, t) + a^{2m-4} G'_{2m-4}(s, t) u + \dots \\ + a^{2m-4} G''_{2m-4}(s, t) + \dots \\ + \dots, \end{aligned}$$

$G'_i(s, t)$, $G''_i(s, t)$, ... étant des fonctions de la même nature que $G_i(s, t)$.

Donc la dérivée de cette intégrale par rapport à u sera une fonction entière des arguments (9) de degré au plus égal à $2m-2$. Il en sera donc aussi de même du terme en question de l'équation (10).

Or, s'il en est ainsi, l'équation (10), en y posant $a=1$, prendra la forme

$$R_{\bar{\xi}_2} = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_2' d\sigma'}{D(1, 1)} = H_{2m-2}(\sin\theta \cos\psi, \cos\theta),$$

et cette équation, qui est du type des équations étudiées dans le Travail *Sur les figures d'équilibre*, fait voir que $\bar{\xi}_2$ sera une fonction entière des arguments $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de degré ne dépassant pas $2m-2$.

Donc l'intégrale

$$\int \frac{\bar{\xi}_2' d\sigma'}{D(a, 1)}$$

et, par suite, la fonction $a^2 \bar{\xi}_2$ seront, par rapport aux arguments (9), de degré au plus égal à $2m-2$.

Les nombres m et $2m-2$, qui se rapportent aux fonctions $a^2 \bar{\xi}_1$ et $a^2 \bar{\xi}_2$, s'obtiennent en faisant dans la formule $(m-2)i+2$ respectivement

$i = 1$ et $i = 2$, et nous allons maintenant montrer que cette formule donne une limite supérieure pour le degré de la fonction $a^2 \xi_i$, quel que soit i .

Pour cela, supposons qu'il en soit ainsi pour toutes les valeurs de i qui sont inférieures à un nombre r et voyons quel sera le degré de $a^2 \xi_r$.

Reportons-nous donc à l'équation (11) et examinons les termes du second membre.

En laissant d'abord de côté le premier terme, dont le degré dépend du degré de ξ_r , on voit que l'expression

$$h_r + h_r' a \sin \theta \cos \psi + \frac{\eta_r}{2\Delta} a^2 \Theta + c_r a^2 - K_r c a^2 \xi_r,$$

où

$$K_r c a^2 \xi = c_1 a^2 \xi_{r-1} + c_2 a^2 \xi_{r-2} + \dots + c_{r-1} a^2 \xi_1,$$

représentera, dans l'hypothèse admise, une fonction entière des arguments (9) de degré ne dépassant pas $(m-2)(r-1) + 2$. Il ne reste donc à examiner que les termes de la somme

$$(13) \quad \sum_{n=2}^{n=r} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} K_r I_n(a, u)}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1}.$$

On a, d'après la formule (7),

$$K_r I_n(a, u) = \frac{\sqrt{u}}{4\pi} \int \frac{K_r u^n \xi^n(\sqrt{u}, \theta', \psi')}{D(a, \sqrt{u})} d\sigma',$$

et l'expression $K_r u^n \xi^n(\sqrt{u}, \theta', \psi')$ représentera une fonction entière des arguments (12) de degré ne dépassant pas $(m-2)r + 2n$, laquelle fonction, tout en étant paire par rapport à chacun des deux derniers arguments, sera paire ou impaire par rapport à $\sqrt{u} \sin \theta' \cos \psi'$, selon que mr est un nombre pair ou impair. Donc, en posant, pour abrégé,

$$(m-2)r + 2n = N$$

et en ordonnant cette fonction d'après les puissances décroissantes de \sqrt{u} , on aura une expression de la forme

$$u^{\frac{N}{2}} H_N(\sin \theta' \cos \psi', \cos \theta') + u^{\frac{N}{2}-1} H_{N-2}(\sin \theta' \cos \psi', \cos \theta') + \dots$$

On en conclut que $K_r I_n(a, u)$ sera de la forme

$$\begin{aligned} a^N G_N(s, t) + a^{N-2} G_{N-2}(s, t) u + a^{N-4} G_{N-4}(s, t) u^2 + \dots \\ + a^{N-2} G'_{N-2}(s, t) + a^{N-4} G'_{N-4}(s, t) u + \dots \\ + a^{N-4} G''_{N-4}(s, t) + \dots \\ + \dots, \end{aligned}$$

ce qui représente une fonction entière de u où le coefficient de u^i est une fonction entière des arguments (9) de degré au plus égal à $N - 2i$.

De là on voit que la dérivée

$$\frac{\partial^{n-1} K_r I_n(u, u)}{\partial u^{n-1}}$$

sera, par rapport aux arguments (9), de degré au plus égal à

$$N - 2n + 2 = (m - 2)r + 2,$$

et il en sera, par suite, aussi de même de la somme (13).

D'après tout cela, si l'on pose dans l'équation (11) $a = 1$, elle deviendra de la forme

$$R \bar{\xi}_r = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_r' d\sigma'}{D(1, 1)} = H_{(m-2)r+2}(\sin \theta \cos \psi, \cos \theta).$$

Donc $\bar{\xi}_r$ sera une fonction entière des arguments $\sin \theta \cos \psi$ et $\cos \theta$ de degré ne dépassant pas $(m - 2)r + 2$, et, s'il en est ainsi, l'équation (11) fait voir que $a^2 \bar{\xi}_r$ sera une fonction entière des arguments (9) de degré au plus égal à $(m - 2)r + 2$.

Par suite, le nombre $(m - 2)r + 2$ représente une limite supérieure du degré de $a^2 \bar{\xi}_r$, quel que soit r .

19. Voyons maintenant ce qu'on peut conclure de ce qui précède au sujet des fonctions ζ_r .

D'après (4) on a

$$\zeta_r = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{n=r} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_r a^{2n} \zeta^n}{\partial (a^2)^{n-1}}$$

et, de ce que nous venons de montrer, il résulte que $K_r a^{2n} \zeta^n$ sera une fonction entière des arguments (9) de degré ne dépassant pas $(m - 2)r + 2n$. Cette fonction n'aura pas d'ailleurs de termes au-dessous du degré $2n$.

Par suite, il viendra

$$\frac{1}{n!} \frac{1}{a^2} \frac{\partial^{n-1} K_r a^{2n} \zeta^n}{\partial (a^2)^{n-1}} = \frac{\Pi_n}{a^{2n}},$$

où Π_n représente encore une fonction entière des arguments (9), dont le degré ne dépasse pas $(m - 2)r + 2n$, et qui ne renferme pas de termes au-dessous du degré $2n$.

Il est difficile de décider en général si le degré de Π_n est égal ou s'il est inférieur à sa limite $(m - 2)r + 2n$. Mais, dans le cas de $n = r$, ce

degré sera certainement égal à cette limite, qui se réduira alors à mr . En effet,

$$\Pi_r = \frac{a^{2r-2}}{r!} \frac{\partial^{r-1} a^{2r} \xi_1^r}{\partial (a^2)^{r-1}}$$

et $a^2 \xi_1$ est précisément de degré m par rapport aux arguments (9).

D'ailleurs ξ_1 , qui n'est autre chose que ζ_1 , se réduira, pour $a=1$, à $\bar{\zeta}_1$, qui représente une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de degré précisément égal à m . Par suite, Π_r , présenté sous la forme d'une fonction entière des arguments

$$(14) \quad a, \quad \sin\theta \cos\psi, \quad \cos\theta,$$

sera, par rapport aux deux derniers arguments, encore de degré mr .

On en conclut que

$$a^{2r} \zeta_r = a^{2r-2} \Pi_1 + a^{2r-4} \Pi_2 + \dots + a^2 \Pi_{r-1} + \Pi_r$$

sera une fonction entière des arguments (9) de degré mr et que ζ_r se réduira à une fonction entière des arguments (14) de degré $(m-2)r$ par rapport à a et de degré mr par rapport à $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$.

Il est d'ailleurs facile d'obtenir l'ensemble des termes de ζ_r qui sont, par rapport à ces derniers arguments, de degré mr .

En effet, ces termes ne peuvent provenir que de l'expression

$$\frac{\Pi_r}{a^{2r}} = \frac{1}{r!} \frac{1}{a^2} \frac{\partial^{r-1} a^{2r} \xi_1^r}{\partial (a^2)^{r-1}},$$

et ils s'en déduiront en remplaçant ξ_1 par l'ensemble des termes de cette fonction qui sont, par rapport à $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$, de degré m .

Or cet ensemble sera de la forme

$$a^{m-2} v(\sin\theta \cos\psi, \cos\theta),$$

v étant une fonction entière et homogène des deux arguments indiqués de degré m .

Donc l'ensemble des termes de ζ_r qui sont de degré mr par rapport à $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ se représentera par l'expression

$$\frac{1}{r!} \frac{v^r}{a^2} \frac{\partial^{r-1} a^{mr}}{\partial (a^2)^{r-1}} = \frac{mr(mr-2)(mr-4)\dots(mr-2r+4)}{4.6.8\dots 2r} a^{(m-2)r} v^r.$$

Dans le cas de $a=1$, cette formule a déjà été signalée dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (page 91).

Du reste on peut aller dans cette voie aussi loin qu'on veut.

Supposons que toutes les fonctions considérées soient exprimées à l'aide

des arguments (14) et, en parlant des degrés de leurs termes, entendons par là les degrés par rapport à $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$.

Cela posé, comme la connaissance de ξ_1 permet de déterminer, pour la fonction ζ_r , quel que soit r , tous les termes de degré mr , de même la connaissance de ξ_1 et ξ_2 permettra de déterminer tous les termes de cette fonction qui sont des degrés mr et $mr - 2$, et, en général, la connaissance des fonctions

$$(15) \quad \xi_1, \quad \xi_2, \quad \dots, \quad \xi_s$$

permettra de déterminer tous les termes de ζ_r qui sont des degrés

$$mr, \quad mr - 2, \quad \dots, \quad mr - 2s + 2.$$

En effet, comme les degrés des fonctions

$$\Pi_1, \quad \Pi_2, \quad \dots, \quad \Pi_{r-s}$$

(en supposant $r > s$) sont inférieurs à ces nombres, tous les termes en question s'obtiendront en considérant l'expression

$$\frac{1}{a^2} \sum_{n=r-s+1}^{n=r} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_r a^{2n} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

laquelle ne dépend évidemment que des fonctions (15).

De cette façon, ξ_1 et ξ_2 étant connus, si l'on veut déterminer, pour $r > 2$, tous les termes de ζ_r qui sont des degrés mr et $mr - 2$, il suffira de considérer l'expression

$$\frac{1}{(r-2)!} \frac{1}{a^2} \frac{\partial^{r-2} a^{2r-2} \xi_1^{r-2} \xi_2}{\partial (a^2)^{r-2}} + \frac{1}{r!} \frac{1}{a^2} \frac{\partial^{r-1} a^{2r} \xi_1^r}{\partial (a^2)^{r-1}}.$$

Remarquons que, pour le calcul des ζ_r , quand les ξ_r sont connus, on peut se servir, avec la même simplicité, de la formule (5).

En effet, comme cette formule, que l'on peut écrire

$$\zeta - \xi = \frac{1}{a^2} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n!} \frac{\partial^{n-1} a^{2n} \zeta^n}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

donne

$$(16) \quad \zeta_r - \xi_r = \frac{1}{a^2} \sum_{n=2}^{n=r} \frac{(-1)^n}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_r a^{2n} \zeta^n}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

où le second membre ne dépend que des fonctions

$$\zeta_1, \quad \zeta_2, \quad \dots, \quad \zeta_{r-1},$$

elle permettra de calculer successivement tous les ζ_r en partant de $\zeta_1 = \xi_1$.

On voit que, si l'on ne veut déterminer, pour ζ_r , que les termes des degrés

$$mr, \quad mr - 2, \quad \dots, \quad mr - 2r + 4,$$

on les obtiendra tous par la seule considération de l'expression qui se trouve au second membre de l'égalité (16). De cette façon, en voulant, par exemple, déterminer tous les termes de ζ_3 qui sont des degrés $3m$ et $3m - 2$, on pourra se borner à la considération de la formule

$$\frac{1}{2a^3} \frac{\partial a^4 \zeta_1 \zeta_2}{\partial a} - \frac{1}{24 a^3} \frac{\partial}{\partial a} \left(\frac{1}{a} \frac{\partial a^6 \zeta_1^3}{\partial a} \right).$$

20. Nous allons maintenant former les équations des surfaces de niveau en coordonnées rectangulaires x, y, z .

Reportons-nous, pour cela, aux équations (5) du n° 4, où nous poserons, pour abréger,

$$\beta \sqrt{\rho + 1} = \lambda,$$

en sorte qu'elles s'écrivent

$$(17) \quad \begin{cases} x = a \sqrt{1 + \zeta} \sqrt{\rho + 1} \sin \theta \cos \psi + \lambda, \\ y = a \sqrt{1 + \zeta} \sqrt{\rho + q} \sin \theta \sin \psi, \\ z = a \sqrt{1 + \zeta} \sqrt{\rho} \cos \theta. \end{cases}$$

En posant, comme au n° 15,

$$a \sqrt{1 + \zeta} = v,$$

on aura, d'après l'équation (2),

$$v^2 - v^2 \xi(v) = a^2,$$

et l'on sait que $v^2 \xi(v)$ est une fonction analytique uniforme des arguments

$$v \sin \theta \cos \psi, \quad v \sin \theta \sin \psi, \quad v \cos \theta.$$

Donc, en désignant cette fonction par $\Phi(v \sin \theta \cos \psi, v \sin \theta \sin \psi, v \cos \theta)$, on aura

$$v^2 - \Phi(v \sin \theta \cos \psi, v \sin \theta \sin \psi, v \cos \theta) = a^2,$$

ce qui, en vertu des équations (17), prend la forme

$$(18) \quad \frac{(x - \lambda)^2}{\rho + 1} + \frac{y^2}{\rho + q} + \frac{z^2}{\rho} - \Phi\left(\frac{x - \lambda}{\sqrt{\rho + 1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho + q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}}\right) = a^2.$$

Telle sera donc l'équation de la famille des surfaces de niveau qui se trouvent à l'intérieur de la figure d'équilibre.

Quant à la fonction Φ qui figure dans cette équation, si l'on pose

$$v^2 \zeta_i(v) = \Phi_i(v \sin \theta \cos \psi, v \sin \theta \sin \psi, v \cos \theta),$$

on aura

$$\Phi\left(\frac{x-\lambda}{\sqrt{\rho}+1}, \frac{y}{\sqrt{\rho}+q}, \frac{z}{\sqrt{\rho}}\right) = \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \Phi_i\left(\frac{x-\lambda}{\sqrt{\rho}+1}, \frac{y}{\sqrt{\rho}+q}, \frac{z}{\sqrt{\rho}}\right),$$

où les coefficients des puissances de α seront des fonctions entières des arguments indiqués, le degré de Φ_i étant au plus égal à $(m-2)i+2$. Toutes ces fonctions seront paires par rapport à y et par rapport à z , et, pour ce qui concerne l'argument $x-\lambda$, Φ_i en sera une fonction paire ou impaire, selon que mi est pair ou impair. Enfin ces fonctions ne renfermeront pas de termes au-dessous du deuxième degré, en sorte que, si mi est impair, Φ_i ne contiendra pas de termes au-dessous du troisième degré.

Tant que $x-\lambda$, y , z sont assez petits en valeurs absolues, la fonction Φ pourra être développée suivant les puissances entières et positives de ces trois arguments. D'ailleurs on pourra rendre $|\alpha|$ assez petit pour que cette représentation de Φ soit valable dans un domaine aussi large qu'on veut.

D'après ce que nous venons de dire, ce développement de Φ ne contiendra pas de termes au-dessous du second degré et, quant aux termes de ce degré, leur ensemble sera de la forme.

$$L \frac{(x-\lambda)^2}{\rho+1} + M \frac{y^2}{\rho+q} + N \frac{z^2}{\rho},$$

où L , M , N sont des constantes dépendant de α et s'annulant pour $\alpha=0$. Ces constantes se représenteront d'ailleurs par des séries procédant suivant les puissances entières et positives de α , lesquelles séries, dans le cas de m impair, ne contiendront que des puissances paires de α .

Les surfaces de niveau considérées sont des surfaces fermées convexes qui deviennent de plus en plus petites, à mesure que a décroît. Voyons ce qu'elles sont pour a infiniment petit.

Quand a tend vers zéro, $x-\lambda$, y et z tendent encore vers zéro et, a étant infiniment petit, représentent des infiniment petites du même ordre.

Par suite, en négligeant les termes d'ordre plus élevé que celui de a^2 , l'équation (18) deviendra

$$(1-L) \frac{(x-\lambda)^2}{\rho+1} + (1-M) \frac{y^2}{\rho+q} + (1-N) \frac{z^2}{\rho} = a^2,$$

ce qui représente un ellipsoïde, ayant pour demi-axes

$$\frac{a\sqrt{\rho+1}}{\sqrt{1-L}}, \quad \frac{a\sqrt{\rho+q}}{\sqrt{1-M}}, \quad \frac{a\sqrt{\rho}}{\sqrt{1-N}}.$$

Cet ellipsoïde a les mêmes directions des axes que l'ellipsoïde E_0 , mais il ne lui est pas concentrique en général et a, pour centre, le point de l'axe des x où $x = \lambda$.

Du reste, dans le cas de m pair, on aura $\lambda = 0$, et l'ellipsoïde précédent sera concentrique avec E_0 . Il en sera aussi de même dans le cas de m impair, si E_0 est un ellipsoïde de révolution et si l'équation caractéristique $T_{m,2k} = 0$ correspond à une valeur de k plus grande que 1.

21. Nous avons obtenu l'équation de la famille de surfaces de niveau sous la forme résolue par rapport à a^2 .

Parmi les autres formes de cette équation, méritent d'être signalées les deux suivantes:

$$(19) \quad \frac{(x-\lambda)^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = a^2 + Z(x-\lambda, z, a),$$

$$(20) \quad \frac{(x-\lambda)^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = a^2 + Y(x-\lambda, y, a),$$

où Z et Y sont des fonctions analytiques uniformes des arguments indiqués et du paramètre α , données par des séries de la forme

$$Z(x-\lambda, z, a) = \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i Z_i(x-\lambda, z, a),$$

$$Y(x-\lambda, y, a) = \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i Y_i(x-\lambda, y, a).$$

Voyons ce que représenteront, dans ces séries, les coefficients Z_i et Y_i . Comme la fonction entière

$$\Phi_i\left(\frac{x-\lambda}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}}\right)$$

est, par rapport à chacun des deux derniers arguments, paire, on peut la présenter, en posant, pour abréger,

$$\frac{(x-\lambda)^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = v^2,$$

comme une fonction entière soit des arguments $x-\lambda, z, v$, soit des arguments $x-\lambda, y, v$, paire par rapport à v .

En nous arrêtant à la première représentation, posons

$$\Phi_i\left(\frac{x-\lambda}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}}\right) = \varphi_i(x-\lambda, z, v).$$

Alors φ_i sera une fonction entière de $x-\lambda, z, v$ de degré au plus égal à $(m-2)i+2$, et cette fonction, tout en étant paire tant par rapport à v que par rapport à z , sera paire ou impaire par rapport à $x-\lambda$, selon que mi est pair ou impair.

Avec ces notations, l'équation (18) s'écrira

$$v^2 - \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \varphi_i(x-\lambda, z, v) = a^2$$

et, pour la réduire à la forme (19), il n'y aura qu'à la résoudre par rapport à v^2 .

Faisons-le à l'aide de la formule de Lagrange.

En posant

$$\sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \varphi_i(x-\lambda, z, v) = \varphi(v),$$

nous aurons alors

$$v^2 = a^2 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} \varphi^n(a)}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

où $\varphi^n(a) = [\varphi(a)]^n$ et les dérivées sont prises par rapport à a^2 .

Par suite, il viendra

$$Z(x-\lambda, z, a) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} \varphi^n(a)}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

d'où l'on tire

$$Z_i(x-\lambda, z, a) = \sum_{n=1}^{n=i} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_i \varphi^n(a)}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

Or, de ce que nous savons au sujet des fonctions $\varphi_i(x-\lambda, z, a)$, il résulte que $K_i \varphi^n(a)$ sera une fonction entière des arguments $x-\lambda, z, a$ de degré au plus égal à $(m-2)i+2n$. Donc, comme ce sera une fonction paire de a , la dérivée

$$\frac{\partial^{n-1} K_i \varphi^n(a)}{\partial (a^2)^{n-1}}$$

représentera une fonction entière des mêmes arguments de degré ne dépassant pas $(m-2)i+2$.

On voit donc que $Z_i(x-\lambda, z, a)$ représentera une fonction entière des trois arguments indiqués de degré au plus égal à $(m-2)i+2$, que cette fonction n'aura pas de termes au-dessous du second degré, qu'elle sera paire tant par rapport à a que par rapport à z et qu'elle sera paire ou impaire par rapport à $x-\lambda$, selon que mi est un nombre pair ou impair.

En considérant la transformée (20), on parviendra, au sujet des fonctions $Y_i(x-\lambda, y, a)$, aux mêmes conclusions, le rôle de z étant remplacé par y .

Dans le cas de m pair, on aura, pour l'équation des surfaces de niveau, encore une troisième forme analogue à celles (19) et (20). Comme alors λ se réduira à zéro, cette forme sera

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = a^2 + \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i X_i(y, z, a),$$

$X_i(y, z, a)$ étant une fonction entière de y, z, a de degré ne dépassant pas $(m-2)i+2$, paire par rapport à chacun des trois arguments.

22. Si m est un nombre impair, λ pourra ne pas être nul et alors ce sera une fonction de α , définie par une série de la forme

$$\lambda = \lambda_1 \alpha + \lambda_3 \alpha^3 + \lambda_5 \alpha^5 + \dots$$

où il n'y aura que des puissances impaires de α (n° 6).

On peut se proposer alors de développer tous les termes des équations (18), (19) et (20) suivant les puissances de α .

Supposons donc qu'on ait effectué ce développement et qu'on ait ordonné ensuite les termes d'après les puissances croissantes de α .

Ces équations prendront alors la forme

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = a^2 + \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \bar{\Phi}_i \left(\frac{x}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}} \right),$$

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = a^2 + \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \bar{Z}_i(x, z, a),$$

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = a^2 + \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \bar{Y}_i(x, y, a),$$

où $\bar{\Phi}_i, \bar{Z}_i, \bar{Y}_i$ seront évidemment des fonctions entières de leurs arguments de degré ne dépassant pas, comme précédemment, le nombre $(m-2)i+2$. et ces fonctions seront paires tant par rapport à a , que par rapport à y et à z . Quant à l'argument x , elles en seront des fonctions paires ou impaires, selon que i est pair ou impair. En effet, λ ne contenant que des puissances impaires de α , les équations (18), (19) et (20) ne changeront pas si l'on y remplace α par $-\alpha$ et x par $-x$. Donc les équations que nous venons d'écrire doivent posséder la même propriété.

De cette façon les fonctions $\bar{\Phi}_i, \bar{Z}_i, \bar{Y}_i$ jouiront de toutes les propriétés des fonctions Φ_i, Z_i, Y_i dans le cas de $\lambda = 0$, à la seule exception de ce que ces dernières fonctions n'avaient pas de termes au-dessous du deuxième degré, tandis que les fonctions $\bar{\Phi}_i, \bar{Z}_i, \bar{Y}_i$ pourront en avoir, si i est impair, un terme en x et, si i est pair, un terme constant.

En posant, dans les équations précédentes, $a=1$, on obtiendra, sous telle ou telle forme, l'équation de la surface de la figure d'équilibre.

Ainsi, en écrivant $Z_i(x, z)$ au lieu de $\bar{Z}_i(x, z, 1)$, on aura par exemple, pour cette surface, une équation de la forme

$$\frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} = 1 + \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i Z_i(x, z),$$

à laquelle nous sommes arrivés par une autre voie dans le *Mémoire Sur les équations qui appartiennent aux surfaces des figures d'équilibre etc.*

On voit que la méthode actuelle a l'avantage de conduire à une conclusion plus précise au sujet du degré des fonctions $Z_i(x, z)$, car, dans le *Mémoire* cité, nous avons pu seulement conclure que le degré de $Z_i(x, z)$ ne dépassera pas le nombre mi , tandis que maintenant nous savons que ce degré sera au plus égal à $(m-2)i+2$.

23. Dans ce qui précède, nous avons supposé que la figure d'équilibre soit déjà connue et nous nous sommes seulement occupé de la recherche des surfaces de niveau qui lui correspondent à l'intérieur du liquide. Mais les considérations dont nous nous sommes servi conduisent naturellement à une nouvelle méthode pour la recherche des figures mêmes d'équilibre.

Cette méthode, à laquelle nous avons déjà fait allusion au n° 17, consiste à commencer par le calcul des fonctions ξ_r pour en déduire ensuite les ζ_r .

Quant au calcul des ξ_r , nous avons donné au n° 17 les équations qui permettent de le faire successivement pour $r=1, 2, 3, \dots$, en considérant chaque équation, d'abord, pour $a=1$ et puis, pour une valeur quelconque

de a entre 0 et 1, et ces équations permettront aussi de calculer toutes les constantes qui y figurent, pourvu que l'on s'arrête à un choix déterminé du paramètre α et que l'on fasse une hypothèse déterminée au sujet du volume de la figure d'équilibre.

Cependant quelques détails des calculs devraient être examinés de plus près. Mais nous ne nous arrêterons pas, pour cela, aux équations du n° 17, puisque, dans la recherche actuelle, ces équations pourront être remplacées par des équations plus simples que nous allons former aussitôt.

Tout d'abord, lorsqu'il ne s'agit de déterminer que la surface d'une figure d'équilibre, on peut se borner à la considération des surfaces de niveau aussi voisines de cette surface qu'on veut. En d'autres termes, on peut ne considérer, pour a , que des valeurs aussi peu différentes de 1 qu'on veut.

Or s'il en est ainsi, il n'est pas nécessaire de présenter les équations des surfaces de niveau sous la forme admise précédemment et, au lieu des équations (5) du n° 4, on peut admettre, dans tous les cas, les équations

$$(21) \quad \begin{cases} x = a \sqrt{1+\zeta} \sqrt{\rho+1} \sin \theta \cos \psi, \\ y = a \sqrt{1+\zeta} \sqrt{\rho+q} \sin \theta \sin \psi, \\ z = a \sqrt{1+\zeta} \sqrt{\rho} \cos \theta, \end{cases}$$

auxquelles celles-là se réduisent dans le cas de m pair.

D'autre part, on pourra simplifier les calculs en prenant, pour figure de comparaison, au lieu de l'ellipsoïde E_0 , pour lequel $T_{m,2k} = 0$, un ellipsoïde variable E , correspondant à la même vitesse angulaire que la figure d'équilibre cherchée, et pour lequel $T_{m,2k}$ est une fonction de η tendant vers zéro pour $\eta = 0$. D'ailleurs, en procédant ainsi, on pourra utiliser certains résultats qui ont été obtenus dans le Travail *Sur les figures d'équilibre*, ce qui simplifiera l'exposition.

Cela posé, venons à la formation des équations dont nous nous servirons.

24. Nous allons maintenant supposer que les quantités

$$\sqrt{\rho+1}, \quad \sqrt{\rho+q}, \quad \sqrt{\rho}$$

représentent les demi-axes non pas de l'ellipsoïde E_0 , mais de l'ellipsoïde E dont nous venons de parler. Quant aux demi-axes de l'ellipsoïde E_0 , nous les désignerons par

$$\sqrt{\rho_0+1}, \quad \sqrt{\rho_0+q_0}, \quad \sqrt{\rho_0}.$$

De cette façon ρ et q seront des fonctions déterminées de η , tendant vers ρ_0 et q_0 pour $\eta = 0$. Ces fonctions, qui seront définies par les équations connues de la théorie des figures ellipsoïdales d'équilibre, seront d'ailleurs développables, $|\eta|$ étant assez petit, suivant les puissances entières et positives de η .

Cela étant, nous représenterons les surfaces de niveau par les équations (21), en supposant, comme auparavant, que, pour la surface de la figure d'équilibre, on ait $a = 1$ et que les valeurs de a plus petites que 1 correspondent à des surfaces de niveau intérieures à cette figure. Mais nous ne considérerons que des valeurs de a suffisamment peu différentes de 1.

Nous définirons ensuite le paramètre α , comme nous l'avons fait dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre*, par la formule

$$\alpha^2 = \int \bar{\zeta}^2 d\tau,$$

où $\bar{\zeta}$ est la valeur de ζ pour $a = 1$, et, pour ce qui concerne le volume de la figure d'équilibre, nous le supposerons être égal au volume de l'ellipsoïde E.

Pour les figures d'équilibre, α sera une fonction de η . Mais nous allons considérer un problème plus général que la recherche de ces figures, où l'on pourra envisager α comme un paramètre indépendant de η .

Pour cela, au lieu de l'équation

$$U + \Omega(x^2 + y^2) = \text{fonction de } a,$$

nous partirons d'une équation plus générale, savoir

$$(22) \quad U + \Omega(x^2 + y^2) - K \left(\frac{x^2}{\rho + 1} + \frac{y^2}{\rho + q} + \frac{z^2}{\rho} \right) = \text{fonction de } a,$$

où K est une constante inconnue que l'on suppose indépendante de a .

A l'aide de cette équation, on pourra déterminer la fonction ζ et la constante K en fonction du paramètre α . En posant ensuite $K = 0$, on aura la relation entre α et η qui correspond à la série considérée de figures d'équilibre.

Passons donc à la transformation de l'équation (22).

25. Reportons-nous au n° 4 et observons que maintenant, au lieu de l'égalité

$$U_0 + \Omega_0 a^2 \Theta = 2\Delta(C - R a^2),$$

que nous y avions en supposant $a < 1$, nous aurons celle-ci :

$$U_0 + \Omega a^2 \Theta = 2\Delta(C - R a^2).$$

Par suite, en remarquant que, d'après les équations (21), on a

$$\frac{x^2}{p+1} + \frac{y^2}{p+q} + \frac{z^2}{p} = a^2(1+\zeta)$$

et en posant

$$\frac{K}{2\Delta} = L,$$

nous parviendrons, au lieu de l'équation (8) du numéro cité, à la suivante:

$$(23) \quad (R+L)a^2\zeta = C\zeta + S + f(a),$$

où S aura la même expression qu'auparavant.

Pour $a=1$, cette équation se réduit à celle que nous avons étudiée dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (nos 8—13, 22—25), où nous avons montré comment on peut déterminer la fonction $\bar{\zeta}$ et les constantes L et $f(1)$ sous la forme des séries

$$\begin{aligned} \bar{\zeta} &= \bar{\zeta}_0 + \bar{\zeta}_1\alpha + \bar{\zeta}_2\alpha^2 + \bar{\zeta}_3\alpha^3 + \dots, \\ L &= L_0 + L_1\alpha + L_2\alpha^2 + L_3\alpha^3 + \dots, \\ f(1) &= f_0 + f_1\alpha + f_2\alpha^2 + f_3\alpha^3 + \dots \end{aligned}$$

Nous y avons vu que, dans les hypothèses admises, $\bar{\zeta}$ étant une fonction paire de ψ et de $\cos\theta$, les coefficients de ces séries seront parfaitement déterminés, pourvu que l'on choisisse L_0 d'une manière déterminée. Quant au coefficient L_0 , bien qu'il ne puisse être entièrement arbitraire, on peut néanmoins le choisir d'une infinité de manières différentes, sans que le problème généralisé cesse d'être possible. Mais, pour que ce problème puisse conduire aux figures d'équilibre, il faudra nécessairement prendre

$$L_0 = -T_{m,2k}.$$

Ajoutons que, dans les conditions considérées, les fonctions $\bar{\zeta}_r$, qui seront des polynômes entiers en $\sin\theta\cos\psi$ et $\cos\theta$, jouiront de toutes les propriétés des fonctions $\bar{\zeta}_r$ du n° 1, et que les séries précédentes seront absolument convergentes, tant que $|\alpha|$ est assez petit.

En passant ensuite au cas de $a < 1$, on devra d'abord faire une hypothèse convenable au sujet de la fonction $f(a)$.

Nous avons posé précédemment

$$f(a) = f(1)a^2 + f(0)(1-a^2),$$

et cette formule peut être admise aussi dans la recherche actuelle. Mais à présent on ne pourra plus disposer de $f(0)$ de manière que la fonction ζ soit

finie pour $a = 0$, ce qui du reste ne doit pas nous préoccuper ici, puisque nous ne considérerons que des valeurs de a peu différentes de 1. D'autre part, la fonction $\bar{\zeta}$ et la constante L , qui seules nous intéressent à présent, ne dépendent point de $f(0)$. On pourra donc disposer de $f(0)$ d'une manière arbitraire, et, pour simplifier l'analyse autant que possible, nous prendrons $f(0) = f(1)$, en sorte que $f(a)$ se réduira à une constante que nous désignerons simplement par f .

Cela posé, si nous assujettissons a à être compris entre 1 et une fraction fixe a_0 , l'équation (23) permettra de conclure que, $|\alpha|$ étant assez petit, la fonction ζ satisfera aux conditions (18) du n° 8, où l et g pourront être supposés aussi petits qu'on veut.

Or, s'il en est ainsi, toutes les conclusions des n°s 8 et 9 seront applicables, et nous pourrions remplacer dans l'équation (23) la fonction $C\bar{\zeta} + S$ par une certaine fonction analytique des arguments

$$a\sqrt{1+\bar{\zeta}}\sin\theta\cos\psi, \quad a\sqrt{1+\bar{\zeta}}\sin\theta\sin\psi, \quad a\sqrt{1+\bar{\zeta}}\cos\theta$$

et du paramètre α , laquelle fonction, ne mettant en évidence que l'argument $a\sqrt{1+\bar{\zeta}}$, sera désignée par $J(a\sqrt{1+\bar{\zeta}})$. On aura d'ailleurs, comme auparavant, pour $v \leq 1$,

$$J(v) = \frac{1}{4\pi} \int d\sigma' \int_1^{1+\bar{\zeta}'} \frac{\sqrt{u} du}{D(v, \sqrt{u})}.$$

D'après cela, l'équation (23) prendra la forme

$$(R + L)a^2\zeta = J(a\sqrt{1+\bar{\zeta}}) + f.$$

Par suite, si nous introduisons une fonction auxiliaire $\xi = \xi(a)$, définie par la formule

$$(24) \quad \xi = \frac{J(a) + f}{(R + L)a^2},$$

cette équation deviendra

$$\zeta = (1 + \bar{\zeta})\xi(a\sqrt{1+\bar{\zeta}}).$$

Elle coïncidera donc avec l'équation (1).

Quant à la formule (24), on la réduira, en y appliquant la transformation du n° 16, à

$$(25) \quad (R + L)a^2\xi = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\zeta}' d\sigma'}{D(a, 1)} + \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1} I_n(a, u)}{\partial u^{n-1}} \right\}_{u=1} + f,$$

où $I_n(a, u)$ sera donné, comme auparavant, par la formule (7).

De cette façon nous sommes arrivés à l'équation qui pourra servir à déterminer directement la fonction ξ .

26. Avant d'aller plus loin, voyons à quoi se réduira la formule

$$(26) \quad \int \bar{\zeta}^2 d\sigma = \alpha^2$$

en y introduisant, au lieu de ζ , la fonction ξ .

On doit exprimer ζ^2 à l'aide de ξ .

D'après ce que nous avons vu au n° 15, v^2 étant la racine de l'équation

$$(27) \quad v^2 - v^2 \xi(v) = a^2$$

se réduisant à a^2 pour $\alpha = 0$, il viendra

$$\zeta = \frac{v^2 - a^2}{a^2}.$$

La question se réduit donc à exprimer en fonction de a , d'après l'équation précédente, la fonction

$$\zeta^2 = \left(\frac{v^2 - a^2}{a^2} \right)^2,$$

ce qu'on peut faire à l'aide de la formule de Lagrange qui donnera

$$\zeta^2 = \frac{2}{a^4} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n!} \left\{ \frac{\partial^{n-1}(v^2 - a^2)v^{2n}\xi^n(v)}{\partial(v^2)^{n-1}} \right\}_{v=a}.$$

On peut d'ailleurs simplifier cette formule, en remarquant que

$$\left\{ \frac{\partial^{n-1}(v^2 - a^2)v^{2n}\xi^n(v)}{\partial(v^2)^{n-1}} \right\}_{v=a} = (n-1) \frac{\partial^{n-2}a^{2n}\xi^n}{\partial(a^2)^{n-2}}.$$

On aura donc, le terme correspondant à $n = 2$ étant écrit à part,

$$\zeta^2 = \xi^2 + \frac{2}{a^4} \sum_{n=3}^{\infty} \frac{n-1}{n!} \frac{\partial^{n-2}a^{2n}\xi^n}{\partial(a^2)^{n-2}}.$$

Par suite, la formule (26) prendra la forme

$$(28) \quad \int \bar{\xi}^2 d\sigma + 2 \sum_{n=3}^{\infty} \frac{n-1}{n!} \int \left\{ \frac{\partial^{n-2}a^{2n}\xi^n}{\partial(a^2)^{n-2}} \right\}_{a=1} d\sigma = \alpha^2.$$

Nous devons encore exprimer à l'aide de la fonction ξ la condition que le volume de la figure cherchée soit égal au volume de l'ellipsoïde E.

Cette condition étant

$$\int [(1 + \xi)^{\frac{3}{2}} - 1] d\sigma = 0,$$

la question se réduit à exprimer en fonction de a , d'après l'équation (27), la fonction

$$a^3(1 + \xi)^{\frac{3}{2}} - a^3 = v^3 - a^3,$$

ce qui, en appliquant la formule de Lagrange, donnera

$$a^3(1 + \xi)^{\frac{3}{2}} - a^3 = \frac{3}{2} a^3 \xi + \frac{3}{2} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} a^{2n+1} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}}.$$

Donc la condition considérée prendra la forme

$$(29) \quad \int \xi d\sigma = - \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n!} \int \left\{ \frac{\partial^{n-1} a^{2n+1} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}} \right\}_{a=1} d\sigma.$$

27. Revenant à l'équation (25), posons-y

$$\begin{aligned} \xi &= \xi_1 \alpha + \xi_2 \alpha^2 + \xi_3 \alpha^3 + \dots, \\ L + T &= L_1 \alpha + L_2 \alpha^2 + L_3 \alpha^3 + \dots, \\ f &= f_1 \alpha + f_2 \alpha^2 + f_3 \alpha^3 + \dots, \end{aligned}$$

où T est écrit au lieu de $T_{m,2k}$, et développons tous les termes suivant les puissances de α .

Alors, en exprimant que cette équation doit être vérifiée indépendamment de la valeur de α , nous obtiendrons, en premier lieu, l'équation

$$(30) \quad (R - T) a^2 \xi_1 = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_1' d\sigma'}{D(a, 1)} + f_1$$

et puis, une suite indéfinie d'équations de la forme

$$(31) \quad \begin{aligned} (R - T) a^2 \xi_r &= \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_r' d\sigma'}{D(a, 1)} - a^2 \sum_{i=1}^{r-1} L_{r-i} \xi_i + f_r \\ &\quad + \sum_{i=2}^r \frac{1}{i!} \left\{ \frac{\partial^{i-1} K_r I_i(a, u)}{\partial u^{i-1}} \right\}_{u=1}, \end{aligned}$$

en faisant successivement $r = 2, 3, 4, \dots$

En posant dans ces équations $a = 1$, et en désignant $D(1, 1)$ simplement par D , nous aurons

$$(32) \quad (R - T)\bar{\xi}_1 - \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_1' d\sigma'}{D} = f_1$$

et, pour $r = 2, 3, 4, \dots$,

$$(33) \quad (R - T)\bar{\xi}_r - \frac{1}{4\pi} \int \frac{\bar{\xi}_r' d\sigma'}{D} = f_r - \sum_{i=1}^{r-1} L_{r-i} \bar{\xi}_i + \sum_{i=2}^r \frac{1}{i!} \left\{ \frac{\partial^{i-1} K_r I_i(1, u)}{\partial u^{i-1}} \right\}_{u=1},$$

où le second membre ne dépend que des fonctions

$$(34) \quad \xi_1, \quad \xi_2, \quad \dots, \quad \xi_{r-1}.$$

Toutefois ces fonctions y entreront non seulement par leurs valeurs, mais encore par les valeurs, pour $a = 1$, de leurs dérivées par rapport à a , par suite de quoi on ne pourra pas considérer ces dernières équations indépendamment des équations (30) et (31).

Outre les équations précédentes, on aura encore les équations de condition qu'on déduira des égalités (28) et (29). Ces équations seront

$$(35) \quad \int \bar{\xi}_1^2 d\sigma = 1, \quad \int \bar{\xi}_1 d\sigma = 0$$

et, pour $r = 2, 3, 4, \dots$,

$$(36) \quad \int \bar{\xi}_r \bar{\xi}_1 d\sigma = M_r, \quad \int \bar{\xi}_r d\sigma = N_r,$$

M_r et N_r ne dépendant que des fonctions (34).

Cela posé, la méthode de calcul se réduira à ceci:

On commencera par considérer l'équation (32) avec les équations de condition (35), et l'on en déduira la fonction $\bar{\xi}_1$ et la constante f_1 . L'équation (30) donnera ensuite immédiatement la fonction ξ_1 , puisque, $|\eta|$ étant assez petit, $R - T$ ne sera pas nul.

Puis on considérera l'équation (33) pour $r = 2$ avec les conditions (36) relatives à la même valeur de r , ce qui permettra de déterminer la fonction $\bar{\xi}_2$ et les constantes L_1 et f_2 , après quoi l'on aura immédiatement la fonction $\bar{\xi}_2$ par l'équation (31) relative à $r = 2$.

En considérant ensuite les équations (33) et (36) relatives à $r = 3$, on en tirera la fonction $\bar{\xi}_3$ et les constantes L_2 et f_3 , après quoi l'équation (31) relative à la même valeur de r donnera immédiatement la fonction ξ_3 .

D'une manière générale, si les fonctions (34) et les constantes

$$L_1, \quad L_2, \quad \dots, \quad L_{r-2}, \quad f_1, \quad f_2, \quad \dots, \quad f_{r-1}$$

sont déjà connues, on déterminera, par la considération des équations (33) et (36), la fonction $\bar{\xi}_r$ et les constantes L_{r-1} et f_r , après quoi l'équation (31) donnera immédiatement la fonction ξ_r .

On voit donc que la principale chose à faire se réduit à la résolution des équations (32) et (33) avec les équations de condition correspondantes. Mais ce problème ne diffère pas essentiellement de celui dont nous nous sommes occupé dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (n^{os} 10—13). Nous pouvons donc ne nous y arrêter pas dans la présente étude.

28. Voyons ce qu'on peut dire au sujet des fonctions ξ_r , calculées comme il vient d'être montré.

Les équations (30) et (31) sont du même type que les équations du n^o 17. Seulement ces dernières équations renfermaient les constantes h_i , h'_i dont on pouvait disposer de manière à rendre les fonctions ξ_r finies pour $a = 0$, tandis que les équations (30) et (31) ne permettent pas de le faire, et les fonctions ξ_r , considérées actuellement, pourront devenir infinies pour $a = 0$.

Tenant compte de cette différence, nous pouvons ensuite appliquer l'analyse du n^o 18, et les conclusions auxquelles nous y sommes arrivés seront valables aussi dans le cas actuel.

Nous pouvons, par suite, conclure que $a^2 \xi_r$, quel que soit r , sera une fonction entière des arguments

$$(37) \quad a \sin \theta \cos \psi, \quad a \sin \theta \sin \psi, \quad a \cos \theta$$

de degré au plus égal à $(m-2)r+2$, laquelle fonction renfermera, en général, des termes au-dessous du second degré.

On peut supposer que cette fonction soit paire par rapport à chacun des deux derniers arguments, et alors elle sera paire ou impaire par rapport au premier argument, selon que le nombre mr est pair ou impair.

A cette condition, que nous supposerons être remplie, $a^2 \xi_r$ pourra aussi être considérée comme une fonction entière des arguments

$$(38) \quad a, \quad \sin \theta \cos \psi, \quad \cos \theta,$$

et le degré de cette fonction sera encore au plus égal à $(m-2)r+2$.

Les fonctions ξ_r étant connues, on en déduira les ζ_r par la formule

$$\zeta_r = \frac{1}{a^2} \sum_{n=1}^{n=r} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_r a^{2n} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}}$$

que nous avons considérée au n° 19.

Reportons-nous donc à ce numéro.

La fonction que nous y avons désignée par Π_n sera encore une fonction entière des arguments (37) de degré ne dépassant pas $(m-2)r+2n$, mais cette fonction pourra à présent contenir les termes de degré $2n-2$ et ne renfermera pas seulement de termes au-dessous de ce dernier degré.

Tenant compte de cela, nous pouvons conclure que $a^{2r}\zeta_r$ sera, comme auparavant, une fonction entière des arguments (37) de degré mr , mais que ζ_r ne se réduira plus à une fonction entière des arguments (38). Cependant le produit $a^2\zeta_r$ en sera une fonction entière de degré $(m-2)r+2$ par rapport à a et de degré mr par rapport à $\sin\theta\cos\psi$ et $\cos\theta$.

Quant aux autres conclusions du n° 19, elles seront applicables à présent sans aucune réserve.

29. Nous avons montré comment on déterminera la fonction

$$\zeta = \zeta_1\alpha + \zeta_2\alpha^2 + \zeta_3\alpha^3 + \dots$$

qui figure dans les équations (21). Mais, pour résoudre le problème complètement, on doit déterminer une autre fonction ζ , celle qui figure dans les équations

$$(39) \quad \begin{cases} x = a\sqrt{1+\zeta}\sqrt{\rho_0+1}\sin\theta\cos\psi, \\ y = a\sqrt{1+\zeta}\sqrt{\rho_0+q_0}\sin\theta\sin\psi, \\ z = a\sqrt{1+\zeta}\sqrt{\rho_0}\cos\theta, \end{cases}$$

relatives à l'ellipsoïde E_0 comme figure de comparaison.

Dans le Travail *Sur les figures d'équilibre*, nous avons montré comment on peut passer de la première fonction ζ à la seconde, qui se présentera sous la forme de la série

$$(40) \quad \zeta = \sum \zeta_{rs} \alpha^r \eta^s,$$

n'ayant que des termes s'annulant pour $\alpha = \eta = 0$. Nous l'avons montré ne considérant que le cas de $a=1$, mais la même méthode peut servir aussi quel que soit a .

A présent nous allons exposer une autre méthode pour le calcul des fonctions ζ_{rs} .

Formons l'équation en coordonnées rectangulaires de la surface représentée par les équations (21).

En nous servant, pour cela, de la méthode du n° 20, nous arriverons à

une équation de la forme

$$(41) \quad \frac{x^2}{\rho+1} + \frac{y^2}{\rho+q} + \frac{z^2}{\rho} - \sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \Phi_i \left(\frac{x}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}} \right) = a^2,$$

où Φ_i est une fonction entière des trois arguments indiqués de degré au plus égal à $(m-2)i+2$, paire par rapport à y et à z et paire ou impaire par rapport à x , selon que mi est un nombre pair ou impair.

Le premier membre de cette équation dépend, outre x, y, z, α , encore des paramètres ρ et q , qui y entrent tant explicitement qu'implicitement, puisque les coefficients des fonctions Φ_i dépendent de ρ et q . Mais ces coefficients seront des fonctions analytiques de ρ et q sans points critiques au voisinage des valeurs ρ_0 et q_0 de ces paramètres. On pourra donc les développer suivant les puissances de η , tant que $|\eta|$ est assez petit.

Cela posé, développons tous les termes de notre équation suivant les puissances de η . Cette équation prendra alors la forme

$$(42) \quad \frac{x^2}{\rho_0+1} + \frac{y^2}{\rho_0+q_0} + \frac{z^2}{\rho_0} - \sum \alpha^i \eta^j \Phi_{ij} \left(\frac{x}{\sqrt{\rho_0+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho_0+q_0}}, \frac{z}{\sqrt{\rho_0}} \right) = a^2,$$

la somme ne renfermant que les termes où $i+j \geq 1$.

Quant aux coefficients Φ_{ij} , ce seront des fonctions entières des trois arguments indiquées de la même nature que les fonctions Φ_i . D'ailleurs le degré de Φ_{ij} ne dépassera pas, comme pour la fonction Φ_i , le nombre

$$(m-2)i+2.$$

L'équation (42) étant formée, substituons-y au lieu de x, y, z leurs expressions (39). Nous obtiendrons alors l'équation

$$(43) \quad a^2 \zeta = \sum \alpha^i \eta^j \Phi_{ij} \left(a \sqrt{1+\zeta} \sin \theta \cos \psi, a \sqrt{1+\zeta} \sin \theta \sin \psi, a \sqrt{1+\zeta} \cos \theta \right),$$

d'où l'on pourra tirer ζ sous la forme de la série (40).

Pour cela, on pourra faire usage de la méthode de coefficients indéterminés, ce qui permettra de calculer successivement tous les ζ_{rs} où $r+s$ ne dépasse pas une limite aussi grande qu'on veut.

On voit aisément que le produit $a^{2r+2s} \zeta_{rs}$ représentera une fonction entière des arguments (37) de degré au plus égal à $mr+2s$, et que cette fonction, tout en étant paire par rapport à chacun des deux derniers arguments, sera paire ou impaire par rapport au premier, selon que mr est un nombre pair ou impair. On voit aussi que $a^2 \zeta_{rs}$ sera une fonction entière des arguments (38). Du reste on peut arriver à des conclusions plus précises au sujet des fonctions ζ_{rs} en traitant l'équation (43) d'une autre manière, ainsi que nous le montrerons plus loin.

Les fonctions ζ_{rs} étant calculées, il n'y aura, pour achever la résolution du problème, qu'à former la relation qui doit exister, pour les figures d'équilibre, entre les paramètres α et η .

Comme cette relation sera

$$L = 0,$$

il suffit, pour cela, de former le développement de L suivant les puissances de α et η . Or le développement de L suivant les puissances de α ,

$$L = -T + L_1\alpha + L_2\alpha^2 + L_3\alpha^3 + \dots,$$

nous sera connu par les calculs exposés au n° 27. Il ne reste donc qu'à développer les coefficients T, L_1, L_2, L_3, \dots , qui seront des fonctions connues de ρ et q , suivant les puissances de η .

30. Nous avons passé de l'équation (41) à l'équation (42) en développant tous les termes suivant les puissances de η . Or, bien que les termes de l'équation (41) soient développables suivant les puissances de η , tant que $|\eta|$ est au-dessous d'une certaine limite, il n'en résulte pas encore que la fonction représentée par la série

$$\sum_{i=1}^{\infty} \alpha^i \Phi_i \left(\frac{x}{\sqrt{\rho+1}}, \frac{y}{\sqrt{\rho+q}}, \frac{z}{\sqrt{\rho}} \right)$$

soit développable suivant les puissances de α et η , tant que $|\alpha|$ et $|\eta|$ sont assez petits. Donc la convergence de la série double qui figure dans l'équation (42) n'est pas prouvée. Mais cela peu importe dans la recherche actuelle qui n'a pour but que de montrer comment on peut déterminer les coefficients ζ_{rs} de la série (40), et la convergence de cette dernière série, $|\alpha|$ et $|\eta|$ étant assez petits, est hors de doute, puisqu'elle peut être démontrée directement, ainsi que nous l'avons montré, pour ce qui concerne le cas de $a=1$, dans le Travail *Sur les figures d'équilibre*.

Du reste la convergence de la série figurant dans l'équation (42) peut être démontrée en partant de la convergence de la série (40) et en s'appuyant sur une extension de la proposition que nous avons établie dans le *Mémoire Sur les séries de polynomes*.

Dans ce *Mémoire*, nous n'avons considéré que les séries procédant suivant les puissances d'un seul paramètre. Mais le résultat que nous y avons obtenu s'étend facilement au cas d'un nombre quelconque de paramètres, et par exemple, dans le cas de deux paramètres, on aura la proposition suivante:

Étant donnée une suite indéfinie de polynomes

$$P_{rs} \quad (r, s = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

entiers en variables

$$x_1, \quad x_2, \quad \dots, \quad x_k,$$

si le degré de P_{rs} ne dépasse pas $mr + ls$, m et l étant des nombres fixes, et si $|P_{rs}|$ ne dépasse pas une limite fixe, les x_i étant réels et compris dans l'intervalle $(-1, +1)$, la série

$$\sum P_{rs} \alpha^r \beta^s$$

convergera absolument et uniformément pour toutes les valeurs complexes des x_i qui satisfont aux conditions

$$|x_1| \leq p, \quad |x_2| \leq p, \quad \dots, \quad |x_k| \leq p,$$

où p est un nombre positif arbitraire, pourvu que α et β satisfassent aux inégalités

$$|\alpha| < (1 + p - \sqrt{2p + p^2})^m, \quad |\beta| < (1 + p - \sqrt{2p + p^2})^l.$$

31. D'après la proposition précédente, la série (40) représentera une fonction analytique des arguments (38) et l'on pourra prendre $|\alpha|$ et $|\gamma|$ suffisamment petits pour que cette fonction multipliée par a^2 n'ait pas de points critiques dans le domaine défini par les conditions

$$|a| \leq A, \quad |\sin \theta \cos \psi| \leq p, \quad |\cos \theta| \leq p,$$

quelque grands que soient les nombres positifs A et p , choisis d'avance.

Cela posé, si nous introduisons la fonction $\xi = \xi(a)$ définie par la formule (5), ζ étant définie par la série (40), ce sera encore une fonction analytique des arguments (38) et la fonction $a^2 \xi$ n'aura pas de points critiques sous des conditions analogues aux précédentes, si $|\alpha|$ et $|\gamma|$ sont assez petits.

La fonction ξ se représentera par une série de la forme

$$\xi = \sum \xi_{ij} \alpha^i \gamma^j,$$

où $i + j \geq 1$, et il est facile de s'assurer que l'on aura

$$(44) \quad a^2 \xi_{ij} = \Phi_{ij}(a \sin \theta \cos \psi, a \sin \theta \sin \psi, a \cos \theta),$$

les Φ_{ij} étant les mêmes fonctions que celles qui figurent dans les équations (42) et (43).

En effet, l'équation (42) ne peut être qu'un résultat de l'élimination de θ et ψ entre les équations (39). C'est d'ailleurs un résultat entièrement déterminé, puisque cette équation est résolue par rapport à a^2 . Par suite,

d'après ce que nous avons vu au n° 20, l'équation (42) ne sera autre chose que l'égalité

$$v^2 - v^2 \xi(v) = a^2$$

où v , $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ sont remplacés par leurs valeurs tirées des équations

$$v \sin\theta \cos\psi = \frac{x}{\sqrt{\rho_0^2 + 1}}, \quad v \sin\theta \sin\psi = \frac{y}{\sqrt{\rho_0^2 + q_0}}, \quad v \cos\theta = \frac{z}{\sqrt{\rho_0^2}}.$$

Nous aurons donc

$$v^2 \xi(v) = \sum \alpha^i \eta^j \Phi_{ij}(v \sin\theta \cos\psi, v \sin\theta \sin\psi, v \cos\theta),$$

et comme cette égalité doit avoir lieu quel que soit v , il viendra

$$a^2 \xi = \sum \alpha^i \eta^j \Phi_{ij}(a \sin\theta \cos\psi, a \sin\theta \sin\psi, a \cos\theta),$$

ce qui conduit aux égalités (44).

En même temps la convergence de la série figurant dans l'équation (42) se trouve établie.

Cela posé, revenons au n° 29 et supposons que les fonctions Φ_{ij} soient calculées comme nous y avons montré.

Nous aurons alors immédiatement les fonctions ξ_{ij} , et l'on en déduira les fonctions ζ_{rs} par la formule (4), qui donnera

$$a^2 \zeta_{rs} = \sum_{n=1}^{r+s} \frac{1}{n!} \frac{\partial^{n-1} K_{rs} a^{2n} \xi^n}{\partial (a^2)^{n-1}},$$

le symbole $K_{rs} F$ désignant le coefficient de $\alpha^r \eta^s$ dans le développement de F suivant les puissances de α et η .

On voit que $a^2 \xi_{ij}$ sera une fonction entière des arguments (37) de degré au plus égal à $(m-2)i+2$. D'ailleurs, dans le cas de $i=1, j=0$, ainsi que dans tous les cas où $i=0$, cette limite sera certainement atteinte.

On en conclut que $a^2 \zeta_{rs}$ sera une fonction entière des arguments (38) de degré précisément égal à $(m-2)r+2$ par rapport à a et à $mr+2s$ par rapport à $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$. En même temps $a^{2r+2s} \zeta_{rs}$ sera une fonction entière des arguments (37) de degré précisément égal à $mr+2s$.

En faisant abstraction de a , considérons ζ_{rs} comme fonction des arguments $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$. Ce sera une fonction entière de degré $mr+2s$ et l'on voit que l'ensemble de ses termes de ce degré s'obtiendra par la considération de la formule

$$\frac{1}{(r+s)!} \frac{1}{a^2} \frac{\partial^{r+s-1} K_{rs} a^{2r+2s} \xi^{r+s}}{\partial (a^2)^{r+s-1}},$$

qui ne dépend que des fonctions ξ_{10} et ξ_{01} .

Or ξ_{10} sera une fonction entière des arguments considérés de degré m et l'ensemble de ses termes de ce degré sera de la forme

$$a^{m-2} v(\sin\theta \cos\psi, \cos\theta),$$

r étant une fonction entière et homogène des arguments indiqués de degré m . Quant à ξ_{01} , ce sera une fonction entière du second degré, qui ne dépendra pas de a , et l'ensemble de ses termes du second degré sera désigné par w .

Ceci posé, l'ensemble de termes de ζ_{rs} de degré $mr + 2s$ sera

$$\frac{v^r w^s}{r! s!} \frac{1}{a^2} \frac{\partial^{r+s-1}}{\partial (a^2)^{r+s-1}} a^{mr+2s}$$

ce qui se réduit à

$$\frac{(mr - 2r + 4)(mr - 2r + 6) \dots (mr + 2s)}{2^{r+s-1} \cdot r! s!} a^{mr-2r} v^r w^s,$$

formule que nous avons déjà indiquée, pour ce qui concerne le cas de $a = 1$, dans la quatrième Partie du Travail *Sur les figures d'équilibre* (page 95).

32. En terminant, supposons que la surface de la figure d'équilibre soit représentée par les équations

$$x = \sqrt{\rho_0 + 1 + \zeta} \sin\theta \cos\psi,$$

$$y = \sqrt{\rho_0 + q_0 + \zeta} \sin\theta \sin\psi,$$

$$z = \sqrt{\rho_0 + \zeta} \cos\theta$$

que nous avons admises dans la première Partie du Travail cité, et voyons ce qu'on peut conclure de ce qui précède au sujet de la fonction ζ qui figure dans ces équations.

Pour déterminer cette fonction, substituons les expressions ci-dessus de x, y, z dans l'équation (42), où l'on devra maintenant poser $a = 1$.

Alors, en posant, pour abréger,

$$\frac{\sin^2\theta \cos^2\psi}{\rho_0 + 1} + \frac{\sin^2\theta \sin^2\psi}{\rho_0 + q_0} + \frac{\cos^2\theta}{\rho_0} = Q,$$

nous parviendrons à l'équation

$$Q\zeta = Z(\zeta),$$

la fonction $Z(u)$ étant donnée par la série

$$Z(u) = \sum Z_{ij}(u) \alpha^i r^j$$

avec ces valeurs des coefficients:

$$Z_{ij}(u) = \Phi_{ij} \left(\frac{\sqrt{\rho_0 + 1 + u}}{\sqrt{\rho_0 + 1}} \sin\theta \cos\psi, \frac{\sqrt{\rho_0 + q_0 + u}}{\sqrt{\rho_0 + q_0}} \sin\theta \sin\psi, \frac{\sqrt{\rho_0 + u}}{\sqrt{\rho_0}} \cos\theta \right).$$

En résolvant cette équation à l'aide de la formule de Lagrange, nous aurons

$$\zeta = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n!} \frac{1}{Q^n} \left\{ \frac{d^{n-1} Z^n(u)}{du^{n-1}} \right\}_{u=0},$$

d'où l'on déduit pour ζ une expression de la forme

$$\zeta = \sum \zeta_{rs} \alpha^r \gamma^s,$$

sous laquelle nous avons cherché cette fonction dans le Travail *Sur les figures d'équilibre*.

Dans la quatrième Partie de ce Travail, nous avons montré que les ζ_{rs} sont des fonctions rationnelles des arguments $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de la forme

$$\zeta_{rs} = \frac{\Psi_{rs}}{Q^{r+s}}.$$

où Ψ_{rs} est une fonction entière de ces arguments; mais, pour le degré de la fonction Ψ_{rs} , nous n'avons pu donner qu'une limite supérieure très grossière. Voyons ce qu'on pourra conclure à cet égard d'après ce qui précède.

Nous aurons évidemment

$$\Psi_{rs} = \sum_{n=1}^{r+s} \frac{1}{n!} Q^{r+s-n} \left\{ \frac{d^{n-1} K_{rs} Z^n(u)}{du^{n-1}} \right\}_{u=0}.$$

Or, d'après les propriétés des fonctions Φ_{ij} (n° 29), $Z_{ij}(u)$ sera une fonction entière de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ de degré au plus égal à $(m-2)i+2$; d'où l'on conclut que $K_{rs} Z^n(u)$, si n ne dépasse pas $r+s$, sera une fonction entière des mêmes arguments de degré au plus égal à $(m-2)r+2n$, et qu'il en sera aussi de même de la dérivée qui figure dans la formule considérée.

Par suite, Q^{r+s-n} étant de degré $2r+2s-2n$, tous les termes de la somme seront des fonctions entières de $\sin\theta \cos\psi$ et $\cos\theta$ des degrés au plus égaux à $mr+2s$.

Nous arrivons donc à la conclusion que le degré de la fonction Ψ_{rs} sera au plus égal à $mr+2s$, ce qui s'accorde avec les résultats que nous avons obtenus dans la deuxième Partie du Travail cité, où nous avons examiné plusieurs cas particuliers.

Кальцитъ, кварцъ и прохлоритъ съ Кавказа.

Л. Л. Иванова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

Во время очередной пѣшеходной геологической экскурсіи со студентами Екатеринославскаго Горнаго Института въ іюнѣ 1914 года по Военно-Грузинской дорогѣ были найдены большіе и хорошо образованные кристаллы кальцита, а на попутныхъ станціяхъ пріобрѣтены у мѣстныхъ жителей весьма интересные кристаллы горнаго хрусталя. Нѣкоторыя друзы послѣдняго были въ изобиліи покрыты зеленоватымъ налетомъ хлоритоваго вещества. Въ виду скудости свѣдѣній по минералогіи Кавказа, полагаю, не лишнимъ будетъ нижеслѣдующее описаніе упомянутыхъ минераловъ.

I. Кальцитъ.

Въ путеводителѣ 7-го геологическаго конгресса указывается на гнѣзда крупнокристаллическаго кальцита въ доломитахъ на 3-й верстѣ отъ станціи Балта по Военно-Грузинской дорогѣ¹. Этого мѣста мы не нашли. Но зато на слѣдующей 4-й верстѣ, на правой (отъ Балты) сторонѣ шоссе, на склонѣ, возлѣ самой дороги была открыта студентомъ Б. И. Чернышевымъ линза кальцита около полуметра максимальной толщины. Линза уже значительно вывѣтрилась и легко разгребается, разсыпалась на крупные спайные куски. Среди послѣднихъ и были обнаружены два крупныхъ кристалла кальцита въ формѣ скаленоэдра.

Большій кристаллъ сѣжно-бѣлаго цвѣта, непрозрачный, представляетъ изъ себя скаленоэдръ по длинѣ ребра около 10 см. Правильно и полно обра-

¹ Guide des excurs. du VII congr. géolog. internat. St.-Pb. XXII, 1897, p. 10.

зована только одна половина скаленоэдра и только очень небольшая часть другой; этотъ конецъ кристалла представляетъ очень неправильную изъѣденную поверхность, мѣстами со слѣдами спайности по $\{10\bar{1}1\}$.

Грани скаленоэдра матовы. Измѣренія помощью прикладного гониометра дали, какъ среднее, углы между гранями скаленоэдра $36^{\circ}26'$ и $76^{\circ}00'$, что довольно близко совпадаетъ съ углами $35^{\circ}36'$ и $75^{\circ}22'$, приведенными для этихъ угловъ у Дэна¹ для обычной формы кальцита $v\{21\bar{3}1\}$.

Кромѣ того, острый уголъ скаленоэдра притупляется едва замѣтной гранью остраго ромбоэдра въ видѣ узкой скругленной полоски. Измѣрять ее



Рис. 1.

отражательнымъ гониометромъ оказалось невозможнымъ. Такъ какъ эта грань находится въ зонѣ скаленоэдра, то ей по зонѣ приходится приписать индексъ ромбоэдра $\{50\bar{5}2\}$. Графически полученный на стереографической проекціи помощью сѣтки Вульфа уголъ $(0001) : (50\bar{5}2)$ (см. рис. 1) равняется $66^{\circ}30'$, что близко отвѣчаетъ углу $c:k = 67^{\circ}56'$, данному у Дэна² для этой формы.

Въ то время какъ грань скаленоэдра $(21\bar{3}1)$ относится ко 2-му періоду, грань ромбоэдра $(50\bar{5}2)$ принадлежитъ уже къ 4-му періоду и является, вѣроятно, гранью растворенія, на что указываетъ и ея округленность.

Самая вершина кристалла притуплена еще гранями ромбоэдра, также не поддающимися измѣренію, повидному, индекса $\{10\bar{1}2\}$.

Къ большому кристаллу приросли два меньшихъ, всего около 3,5 см. по ребру скаленоэдра, совершенно такого же облика.

Другой найденный въ той же линзѣ кристаллъ представленъ той же комбинаціей, что и предыдущій, но еще правильнѣе образованъ. Половина его сколота плоскостью спайности по ромбоэдру $\{10\bar{1}1\}$.

На большомъ кристаллѣ наблюдаются въ нѣсколькихъ мѣстахъ сдвиги по плоскости спайности $(10\bar{1}1)$.

¹ J. D. Dana. System of mineralogy N. Y. 1892, 264.

² J. D. Dana. L. c., 264.

II. Горный хрусталь.

Образцы горного хрусталя были мною куплены на различных станциях Военно-Грузинской дороги. Они представляют как отдельные кристаллы, так и друзы, изъ коихъ самая большая достигаетъ 40 см. по длинѣ. Отдѣльные кристаллы достигаютъ до 15 см. по оси z съ поперечникомъ призмы до 10 см. Самая большая друза была куплена на станціи Старый Ларсъ, двѣ небольшихъ — на станціи Гвплеты, а весь остальной матеріалъ отобранъ изъ громаднаго количества образцовъ, разложенныхъ на 4-хъ столахъ въ помѣщеніи станціи Казбекъ. При выборѣ я руководствовался присутствіемъ на кристаллахъ какихъ-либо иныхъ, кромѣ призмы и обычныхъ ромбоэдровъ, формъ или вообще интереснымъ обликомъ кристалла.

На различныхъ кристаллахъ кварца этихъ образцовъ были обнаружены слѣдующія формы: $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $z\{01\bar{1}1\}$, $s\{11\bar{2}1\}$, $x\{51\bar{6}1\}$. За исключеніемъ плоскостей призмы и ромбоэдровъ остальные формы представлены очень узкими и маленькими гранями. Измѣренія угловъ однокружнымъ отражательнымъ гониометромъ R. Fuess'a (универсальный приборъ) дали слѣдующіе результаты:

Г р а н и.	Кол. изм.	Среднее.	По Дану ¹ .	Δ
$m:s$	5	37°45'	37°58'	0°13'
$m:x$	3	11°51'	12°01'	0°10'
$s:r$	4	28°26'	28°54'	0°28'
$s:x$	2	25°46'	25°57'	0°11'

Сами по себѣ кристаллы кварца безцвѣтны. Они или совершенно чисты и прозрачны, что рѣдко, или переполнены включеніями жидкостей и газовъ (тоже безцвѣтныхъ), которыя сообщаютъ кристалламъ мутно-бѣлый цвѣтъ. Обычно включенія разбросаны въ безпорядкѣ по всему кристаллу. Но иногда замѣчается и извѣстная закономерность, о которой ниже.

Такъ какъ для Казбека давно извѣстны плоскіе и скрученные кварцы, то мое вниманіе при выборѣ было направлено и въ эту сторону. Дѣйствительно, мнѣ удалось отыскать нѣсколько интересныхъ съ этой стороны образцовъ. Прежде всего мое вниманіе привлекъ плоскій кристаллъ съ одностороннимъ развитіемъ граней ромбоэдра. Въ общемъ онъ совершенно прозраченъ, но черезъ весь кристаллъ проходитъ густая молочно-бѣлаго цвѣта

¹ J. D. Dana. L. c., 184.

струя мельчайшихъ включеній, рѣзко обособленная отъ остальнаго тѣла кристалла. Начинается она въ мѣстѣ прирастанія кристалла (гдѣ онъ былъ отломанъ). Если поставить струю вертикально (см. рис. 1), то въ горизонтальномъ направленіи отъ нея отходятъ болѣе рѣдкія прозрачныя струйки такихъ же включеній. Можно замѣтить еще и слѣдующее обстоятельство: вершина струи загнута, при положеніи приданномъ кристаллу на рисункѣ, влѣво. При этомъ положеніи правая выпуклая поверхность струи болѣе компактна и ровна, лѣвая же вогнутая какъ бы растрепана въ горизонтальномъ направленіи. Подобное же явленіе наблюдается и на другомъ плоскомъ кристаллѣ, представленномъ на рис. 2. Просматривая всѣ имѣвшіеся у меня



Рис. 2.



Рис. 3.

образцы плоскихъ кварцевъ съ Казбека, я обнаружилъ на всѣхъ безъ исключенія присутствіе подобной же бѣловатой струи включеній, которая всегда погибаетъ въ плоскости сплюсненія (таблитчатости) кристалла и идетъ параллельно ребрамъ призмы съ ромбоэдромъ.

Далѣе мною было отобрано нѣсколько одинаковыхъ образцовъ нѣскольکو иного сложения, происходящихъ, несомнѣнно, изъ одной и той же жилы. Здѣсь имѣется параллельное срастаніе цѣлаго ряда индивидуумовъ, которые въ общемъ образуютъ одинъ очень вытянутый плоскій кристаллъ (*Halbgeschlossene Bildungen* Чермака¹). Цвѣтъ этихъ образцовъ въ отличіе отъ предыдущихъ нѣсколько желтоватый, съ радужной побѣжалостью на гра-

¹ G. Tschermak. Ueber gewund. Bergkryst.; Denkschr. d. Mat. Nat. classe d. K. Akad. d. Wiss. Wien, 1894, B. 61, s. 365. По реферату въ Z. f. K., B. 27, S. 517.

пяхъ. Здѣсь точно такъ же имѣется мутно-бѣлая струя включеній съ боковыми горизонтальными отвѣтвленіями, идущая параллельно ребру призмы съ ромбоэдромъ всего комплекса. Выходитъ она также изъ мѣста прирастанія комплекса (см. рис. 3). То же самое наблюдается на всѣхъ образцахъ этого типа. Нѣкоторые изъ нихъ обнаруживаютъ скрученность, хотя и слабо выраженную.

Еще въ 1836 году Вейссъ обратилъ вниманіе на скрученные кристаллы кварца, трактуя ихъ какъ фактически скрученные уже въ твердомъ состояніи¹. Такъ же смотрѣлъ на нихъ и Гайднгеръ въ 1854 году. Кенготтъ въ 1866 году рассматривалъ уже это явленіе, какъ явленіе роста, но приписывалъ его совершенно ошибочно дѣйствию силы тяжести. Последнее воззрѣніе его было опровергнуто въ 1894 году Чермакомъ. Еще въ 1882 году Рейшъ указалъ на возможность деформации первичныхъ тонкихъ пластинокъ кварца путемъ спиральныхъ токовъ раствора, среди котораго растетъ кристаллъ. Онъ этимъ же, т. е. направленіемъ спиральнаго тока, объяснялъ появленіе правыхъ и лѣвыхъ кристалловъ или срастаніе и чередованіе тѣхъ и другихъ.

Чермакъ въ 1894 году указалъ на невозможность принятія объясненія Рейша потому, что онъ оставилъ безъ вниманія скрученные кристаллы, состоящіе, несомнѣнно, изъ нѣсколькихъ недѣлимыхъ, какъ сростки съ нѣсколькими головками. Онъ объясняетъ далѣе скрученные кристаллы какъ двойниковыя образованія по двумъ вѣщнымъ законамъ, не вдаваясь въ разъясненіе причинъ возникновенія подобныхъ двойниковъ.

Наконецъ, Бомбичи въ 1898 году видитъ причину появленія скрученныхъ кварцевъ въ весьма долго продолжающемся и медленномъ движеніи самаго кристаллогенетическаго пространства и въ связанномъ съ этимъ измѣненіемъ оріентировки молекулъ, отлагающихся изъ раствора (сравн. искусственную изотропную жидкихъ кристалловъ Лемална при движеніи стекла препарата²).

Плоскіе кварцы съ Казбека, мнѣ кажется, подтверждаютъ воззрѣніе Бомбичи.

Прежде всего, если просмотрѣть мѣсторожденія плоскихъ кварцевъ, указанныя у Гинце³, то сразу бросается въ глаза, что всѣ они связаны съ кристаллическими сланцами, вѣрнѣе — съ жилами, проходящими въ этихъ послѣднихъ. Напротивъ, плоскіе кварцы не встрѣчаются обычно въ пегма-

¹ Литературныя указанія см. C. Hintze. Handbuch der Mineralogie, B. I, S. 1336.

² O. Lehmann. Flüssige Krystalle, Leipzig. 1904.

³ L. c.

титовыхъ жилахъ и жеодахъ. Въ Россіи давно славится упомянутое Казбекское мѣсторожденіе плоскихъ кварцевъ. Однако точное мѣстонахожденіе кварцевъ мѣстнымъ населеніемъ, отъ котораго приобрѣтаются образцы, по понятнымъ коммерческимъ соображеніямъ, тщательно скрывается. За время кратковременнаго пребыванія на стаціи Казбекъ мнѣ въ этомъ направленіи также не пришлось ничего сдѣлать. Однако проф. П. А. Земятченскому удалось въ 1894 году побывать на одномъ коренномъ мѣсторожденіи¹. Это, по его словамъ, пещера образовавшаяся на мѣстѣ контакта черныхъ палеозойскихъ сланцевъ съ древними изверженными породами. Значитъ, и кавказскіе плоскіе кварцы приурочены къ сланцевымъ породамъ.

Къ этому я могу еще прибавить, что плоскіе кварцы, правда, весьма мелкіе, наблюдались мною очень часто въ жилахъ кальцита съ кварцемъ средн. девонскихъ сланцевыхъ породъ на Новой Землѣ².

Связь плоскихъ кварцевъ съ жилами, мнѣ кажется, нѣсколько объясняетъ ихъ образованіе.

Дѣло въ томъ, что въ жеодахъ и пегматитовыхъ жилахъ кристаллизація происходитъ, вѣроятно, изъ болѣе или менѣе неподвижнаго раствора, въ то время какъ кристаллизація въ жилахъ идетъ изъ постоянно движущейся по жилѣ жидкости. Врывающаяся гдѣ нибудь въ жилу струя пузырьковъ газа можетъ оказаться при этомъ какъ разъ мѣстомъ начала кристаллизаціи. Такъ какъ кремневый растворъ течетъ по жилѣ въ одномъ направленіи, то съ этой стороны и начинается преимущественный ростъ кристалла, а равнымъ образомъ и въ діаметрально противоположной точкѣ, къ которой подходятъ обтекающія кристаллъ струи раствора; такимъ образомъ, преимущественный ростъ обнаружатъ два противоположные ребра, въ силу чего и образуется удлинненный вдоль по жилѣ плоскій кристаллъ. Струя газовъ способствуетъ удлиненію кристалла въ направленіи этой струи и перпендикулярно къ направленію движенія раствора по жилѣ, давая вытянутые въ первомъ направленіи образованія. При этомъ теченіе раствора по жилѣ должно отклонять струю включеній въ сторону теченія, а равно и «растрепывать» поверхность струи со стороны находящейся за теченіемъ. Точно

¹ П. А. Земятченскій. Прот. зас. С.-Иб. О. Е. 1895, № 1, стр. 5. Цитировано по Р. Пренделю. Еж. по Геол. и Мин. Россіи, т. III, стр. 18. См. также С. Boerwald. Der Albit von Kasbek. Z. f. Kr. VIII, S. 48. Указывается, что штурфъ альбита, какъ и кварцы, по словамъ осетинъ, взяты изъ «Loche» у подножія Казбека, «in welches man nur kriechend hineingelangen kann — offenbar ein weiter Drusenraum im Granit oder in der Region der Krystallinschifer».

² Л. Л. Ивановъ. Сборн. въ честь 25-лѣтія научн. дѣят. В. И. Вернадскаго. М. 1914, стр. 78.

такъ же отдѣльные пузырьки включеній изъ струи увлекаются теченіемъ въ горизонтальномъ направленіи, образуя упомянутыя горизонтальныя отвѣтвленія. Такъ какъ такая струя является центромъ кристаллизаціи, то, вѣроятно, она оказываетъ и нѣкоторое ориентирующее вліяніе при ростѣ плоскаго кристалла. Такъ, напримѣръ, въ скрученныхъ въ одной плоскости кристаллахъ (2-й законъ Чермака¹ можно наблюдать зависимость между изогнутостью струи включеній и изогнутостью самого кристалла. Весьма вѣроятно, что при вихревомъ движеніи струи газа, дающей начало струѣ включеній, образуется скрученный плоскій кристаллъ съ кривизной, отвѣчающей направленію вихря, согласно воззрѣнію отчасти Рейна², а главнымъ образомъ — Бомбичи³.

Существованіе такой струи газа необязательно, конечно, для плоскаго вообще и плоско-скрученнаго въ частности кристалла. Но присутствіе такой струи въ описываемомъ случаѣ до нѣкоторой степени вскрываетъ условія роста кристалла. Такимъ образомъ образованіе плоскихъ кристалловъ, по моему мнѣнію, обусловлено односторонней циркуляціей кремневаго раствора въ узкой трещинѣ-жилѣ. Таковыя условія могутъ встрѣтиться только въ жильныхъ мѣсторожденіяхъ, съ каковыми и связаны плоскіе кварцы.

Связь скрученныхъ кварцевъ со сланцами объясняется тѣмъ, что породы эти, динамометаморфическія, подвержены медленнымъ изогнутіямъ и скручиваніямъ при горообразующихъ процессахъ. Последнее обстоятельство и даетъ толчокъ къ образованію именно скрученныхъ плоскихъ кварцевъ, въ согласіи съ воззрѣніями Бомбичи. Такъ и на Казбекѣ подобные кварцы находятся именно въ области сильнаго смятія земной коры, каковой являются сланцы Кавказа⁴.

III. Прохлоритъ.

Прохлоритъ находится въ видѣ тонкаго оливково-зеленаго палета на поверхности друзъ кристалловъ кварца, предоставленной мнѣ Б. И. Чернышевымъ. Въ виду столь простаго парагенезиса надо было ожидать, что и

¹ Tschermak. l. c.

² E. Reusch. «Ueber gewund. Bergkr.». Sitzungsber. d. preuss. Ak. d. Wiss. 12 Jan. 1882. По реферату въ Z. f. Kr., B. 8, S. 93.

³ L. Bombicci. Memorie R. Acc. delle Scienze dell'Inst. di Bologna. 1898, 7 (V), 762. По реферату въ Z. f. Kr., B. 34, S. 291.

⁴ Еще о кварцѣ съ Казбека см.: П. Земятченскій. Тр. СПб. Общ. Ест. т. XXIII, стр. 1; онъ же. Прот. зас. СПб. О. Е. 1899, № 1—2; Р. Прендель. Еж. по Геол. и Мин. Россіи, т. III, стр. 18; онъ же. Зап. Новор. Общ. Ест. т. XXVI. 1904, стр. 161; A. Frenzel. Mineralogisches aus Kaukasien. Tscherm. Mitt. N. F., II, S. 126.

составъ минерала будетъ наиболѣе простымъ, сравнительно съ обычными хлоритами. Такого рода соображеніе и побудило меня ближе заняться нижеописаннымъ минераломъ.

Прохлоритъ очень легко отдѣляется отъ поверхности кварца даже просто постукиваніемъ друзы. Въ массѣ онъ имѣетъ видъ очень мелкаго равномернаго зернистаго порошка. При слабомъ увеличеніи подь микроскопомъ видно, что порошокъ состоитъ изъ столбиковъ, сложенныхъ шестигранными таблечками. Длина столбиковъ весьма различна, но вообще не велика; толщина 0,05—0,08 мм. Большинство столбиковъ червеобразно изогнуто, какъ у типичнаго прохлорита (см. рис. 4).

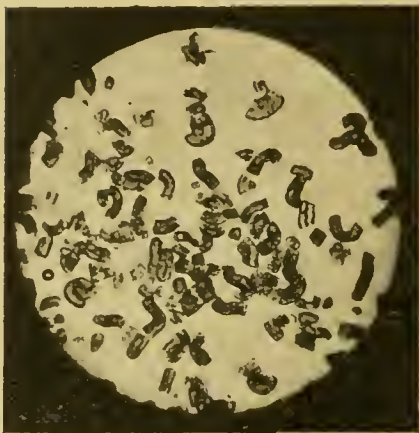


Рис. 4.

Для изслѣдованія было собрано съ друзы кварца около трехъ граммъ минерала. При подготовкѣ къ анализу вещество было по возможности очищено отъ примѣсей. Сначала производилась отборка отъ руки подь лупой. Затѣмъ порошокъ былъ подвергнутъ раздѣленію помощью тяжелой жидкости Тула въ дѣлительной воронкѣ. Жидкость разбавлялась по каплѣ водой до тѣхъ поръ пока прохлоритъ не началъ опускаться. Въ это время удѣльный вѣсъ ея содержался между актинолитомъ, удѣльный вѣсъ 3,00, и арагонитомъ, удѣльный вѣсъ 2,95, т. е.

удѣльный вѣсъ прохлорита равняется 2,92.

Отдѣлилась небольшая порція легче 2,95, состоящая изъ кварца и чернаго минерала (роговой обманки?). Такъ какъ въ тяжелой части осталось еще нѣкоторое количество очень мелкихъ черныхъ зернышекъ, то послѣдняя была еще разъ отобрана подь бинокулярной лупой. При этомъ удалялись также побурѣвшіе (окислившіеся) червяки минерала.

Такимъ образомъ очищенный матеріалъ былъ подвергнутъ анализу.

Предварительная проба показала, что прохлоритъ нацѣло разлагается сѣрной кислотой (одна часть воды на три части кислоты) при кипяченіи въ натуральной степени измельченія. При этомъ было установлено полное отсутствіе калыціа.

Для опредѣленія закиси желѣза навѣска 0,4487 гр. была разложена сѣрной кислотой при кипяченіи въ струѣ углекислаго газа и протитрована хамелеономъ.

Навѣски для анализа брались воздушно сухія. Опредѣленіе гигроскопической воды при нагреваніи въ воздушной банѣ при 115° до постояннаго вѣса дало всего 0,08% таковой. Кремнеземъ, сумма окисловъ алюминія и желѣза, окись магнія, послѣ разложенія навѣски кислотой, опредѣлялись обычнымъ путемъ. Количество алюминія взято изъ разности послѣ опредѣленія титрованіемъ всего желѣза (возстановленіе послѣдвяго производилось сѣроводородомъ).

Прежде опредѣленія воды прохлорита была получена для него термическая кривая согласно проф. Я. В. Самойлову въ вертикальной тигельной печи Гереуса¹. Температура отмѣчалась непосредственной записью показаній пирометра черезъ каждыя 15 секундъ. Самая кривая построена по нѣсколько измѣненному способу Осмонда². Именно, за ось абсциссъ приняты градусы температуры, а на ось ординатъ отложена разность отсчетовъ температуръ черезъ интервалы въ 15 секундъ. При такомъ построеніи легко сравнивать кривыя для одновременныхъ опытовъ, такъ какъ температурная прямая для всѣхъ одна и та же. Въ то же время отчетливо обозначаются на кривой, въ видѣ понижений или повышеній, всѣ замедленія и ускоренія въ нагреваніи минерала, связанныя соответственно съ процессами эндотермическими (какъ выдѣленіе воды) или экзотермическими (молекулярныя измѣненія). Вещество помѣщалось въ печи въ особый пальцеобразный тигель съ закругленнымъ двомъ, высотой въ 32 мм. и діаметромъ въ 11 мм.³ Такой тигель принятъ мной въ тѣхъ видахъ, что вообще и при дальнѣйшемъ изслѣдованіи минераловъ придется большею частью оперировать съ небольшими количествами вещества, которое должно быть помѣщено такъ, чтобъ наиболѣе равномерно окружать спай термонары. Достаточность емкости тигля была испытана на порошокѣ каолина, при чемъ получилась отчетливая, нормальная для каолина кривая.

Термическая кривая прохлорита показала одно отчетливое замедленіе при 600° (см. рис. 5)⁴. Поэтому вода опредѣлялась въ интервалѣ $600-650^{\circ}$ прямымъ путемъ по методу Эйтеля⁵. Навѣска помѣщалась въ платиновой

¹ Я. В. Самойловъ. ИАН., 1914 г., стр. 779.

² Осмондъ. Превращеніе желѣза и углерода въ жел. сталяхъ и бѣлыхъ чугунахъ. Пер. съ фр. Мусселіусъ. С.-Пб. 1900, стр. 15.

³ Считаю долгомъ принести благодарность лаборанту Общей Химіи Института Э. А. Штеберу, склепавшему описанный тигель изъ платиновой жести.

⁴ Пунктиромъ показана кривая нагреванія печи.

⁵ W. Eitel. Die Bestimmung des Wasserg. in Silikat. Mineralien und Gesteinen. Inaug. Diss. Fr. a. M. 1912.

лодочкѣ въ кварцевую трубку. Эта послѣдняя нагрѣвалась въ электрической трубчатой горизонтальной печи Гереуса. Температура измѣрялась термометромъ и градуированнымъ на градусы милливольтметромъ. Черезъ кварцевую трубку все время пропускалась струя сухого воздуха, а выделяемая веществомъ вода поглощалась и взвѣшивалась въ двухъ хлоркальціевыхъ трубкахъ. При указанной температурѣ выделялась изъ минерала почти вся вода. Дальнѣйшее нагрѣваніе при температурѣ 1250° — 1270° дало ничтожное

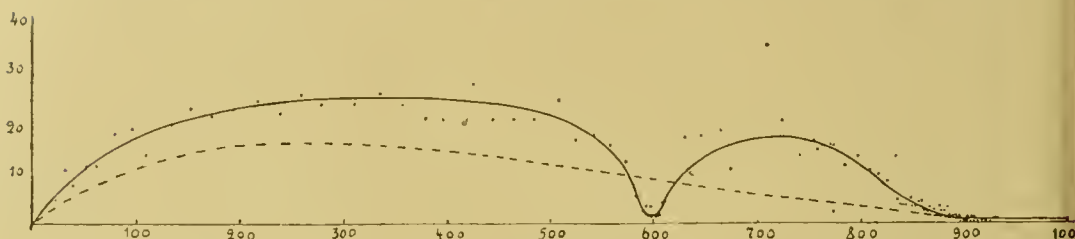


Рис. 5.

прибавленіе въ 0,27—0,92%. Гигроскопическая вода въ этихъ опытахъ отдѣльно не опредѣлялась вслѣдствіе ея ничтожнаго количества по предварительному опыту въ воздушной банѣ.

Всѣ данныя анализа можно свести въ слѣдующую таблицу:

А н а л и з ъ №.	I	II	III	IV	V	VI	Сред- нее.
Н а в ѣ с к а:	0,5145	0,2048	0,4487	0,3754	0,2332	0,1422	
SiO ₂	23,95	23,97	—	—	—	—	23,96
Al ₂ O ₃	56,26	57,79	—	—	—	—	21,76
Fe ₂ O ₃			—	—	—	—	нѣтъ
FeO			32,66	—	—	—	
MgO.	9,38	9,48	—	—	—	—	9,43
H ₂ O ¹	—	—	—	0,27	0,65	0,92	0,62
H ₂ O ²	—	—	—	11,35	10,59	10,13	10,69
H ₂ O ³	0,08	—	—				
							99,12

¹ При 1270° .

² При 650° .

³ Гигроскопич.

Определение всего желѣза въ видѣ окиси дало величину 35,06%, совпадающую съ цифрой закиснаго желѣза, рассчитанной на окись — 35,47%. Первая цифра даже нѣсколько ниже послѣдней, такъ что все желѣзо въ минералѣ приходится считать закиснымъ. Нѣсколько малая общая сумма 99,12% обуславливается, вѣроятно, неучетомъ органическаго вещества, на которое указываетъ темный налетъ, оставшійся въ кварцевой трубкѣ послѣ прокалыванія прохлорита.

Если перечислить среднія цифры анализа на 100 (1-й столбецъ) и взять молекулярныя отношенія (2-й столбецъ), то получимъ слѣдующія величины:

	I.	II.	III.
SiO ₂	24,11	2,005	2,042
Al ₂ O ₃	21,89	1,000	1,000
FeO	32,85	2,295	0
MgO	9,48	1,181	3,041
H ₂ O	11,67	3,256	3,323

Второй столбецъ хорошо отвѣчаетъ молекулярному отношенію:



Согласно взгляду академика В. И. Вернадскаго хлориты суть кислыя и среднія соли, а равно и продукты присоединенія къ нимъ, ряда многоосновныхъ кремнеглиноземистыхъ кислотъ. Первый простѣйшій рядъ получается изъ ангидрида Al₂Si₂O₇. Отсюда идетъ рядъ кислотъ: Al₂Si₂O₅(OH)₄, и т. д. до послѣдней возможной Al₂Si₂(OH)₁₄¹. Изслѣдуемый минералъ представляетъ кислую соль предпослѣдней кислоты этого ряда Al₂Si₂O(OH)₁₂ или H₁₂Al₂Si₂O₁₃, въ которой изъ 12 атомовъ водорода два замѣнены магниемъ, а четыре двуатомнымъ желѣзомъ. Такимъ образомъ, предполагаемая простота состава даннаго хлорита съ Казбека вполне оправдалась. Если обратиться къ извѣстнымъ уже анализамъ прохлоритовъ, приведеннымъ у Гиптце, то анализы XXVIII, XXIX и XXXIV также довольно хорошо отвѣчаютъ кислій магнезіально-желѣзистой соли той же кислоты H₁₂Al₂Si₂O₁₃. Это какъ разъ прохлориты альпійскаго типа, парагенетически близкаго кавказскому.

¹ Проф. В. И. Вернадскій. Минералогія. Вып. II. Изд. 3-е. М. 1912, стр. 483.

Термическая кривая прохлорита съ Казбека показываетъ только одно выдѣленіе воды, при 600° , что опять, согласно предположенію В. И. Вернадскаго¹, можетъ служить указаніемъ на простоту его строенія, именно отсутствіе приставокъ къ основному ядру.

Минералогическій Кабинетъ
Екатеринославскаго Горнаго Института
Императора Петра I.

Декабрь 1915 г.

¹ Л. с., стр. 486. Термическая кривая *клинохлорит* съ Урала показала въ тѣхъ же условіяхъ два выдѣленія воды: первое — при 675° , второе — при $850-875^{\circ}$. Опыты въ этомъ направленіи продолжаются.

Théorème de fermeture pour les polynomes de Tchébychef-Laguerre.

Par W. Stekloff (V. Steklov).

(Présenté à l'Académie le 16/29 mars 1916).

1. Théorème de fermeture pour les polynomes de Tchébychef, définis dans l'intervalle $(a, +\infty)$ et correspondant à la fonction caractéristique

$$(a) \quad p(x) = C(x-a)^{\beta} e^{-\alpha(x-a)}, \quad \beta > -1, \quad \alpha > 0$$

a été énoncé par moi en même temps que le théorème analogue pour les polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef (en 1903), mais je n'en ai pas donné une démonstration jusqu'à présent.

Les recherches de ma Note précédente «Théorème de fermeture pour les polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef» (*Bulletin*, le 1 Avril, 1916, n° 6) permettent de compléter cette lacune d'une manière fort simple.

Pour cela, il suffit seulement de répéter, avec des modifications tout à fait insignifiantes, les raisonnements de la Note indiquée.

2. Envisageons la suite de fonctions fondamentales

$$(1) \quad \varphi_0(y) = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}, \quad \varphi_k(y) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cos 2ky, \quad (k=1, 2, \dots)$$

où

$$(2) \quad A \cos y = x,$$

y étant une variable comprise entre 0 et $\frac{\pi}{2}$.

Reprenant les notations de ma Note citée, posons

$$\Phi(y) = \sum_{k=0}^n a_k \cos 2ky + \rho_n(y),$$

où

$$\Phi(y) = \varphi(A \cos y) = \varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction admettant la dérivée du premier ordre dans $(0, A)$ et

$$a_0 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Phi(y) dy, \quad a_k = \frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Phi(y) \cos 2ky dy.$$

Appliquant aux fonctions (1) le théorème de ma Note «Sur la théorie de fermeture» (*Bulletin*, le 15 Mars, 1916, n° 4)¹, on s'assure tout de suite que *les fonctions (1) représentent un système fermé*.

On peut donc écrire, comme au n° 2 de ma Note précédente,

$$\frac{1}{2h} \int_{y-h}^{y+h} \Phi(y) dy - \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin 2kh}{2kh} \cos 2ky = \rho_n(y), \quad h > 0,$$

où

$$\rho_n(y) = \sum_{k=n+1}^{\infty} a_k \frac{\sin 2kh}{2kh} \cos 2ky$$

et

$$\rho_n^2(y) < \frac{2}{4^2 h^2} \sum_{k=n+1}^{\infty} b_k^2, \quad b_k = -\frac{4}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \Phi'(y) \sin 2ky dy.$$

On en tire, comme au n° 2 (pp. 405, 406) de ma Note citée,

$$\left| \Phi(y) - \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin 2kh}{2kh} \cos 2ky \right| < \frac{AM_1}{2} \left(h + \frac{\sqrt{\pi}}{2n\sqrt{h}} \right),$$

Voir aussi ma Note «Quelques remarques complémentaires relatives à la théorie de fermeture». Ibid.

où M_1 désigne le maximum de

$$\left| \frac{d\varphi(x)}{dx} \right|$$

dans l'intervalle $(0, A)$.

On obtient finalement, en tenant compte de (2),

$$|\varphi(x) - P_{2n}(x)| < \frac{AM_1}{2} \left(h + \frac{\sqrt{\pi}}{2n\sqrt{h}} \right),$$

où

$$(3) \quad P_{2n}(x) = \sum_{k=0}^n a_k \frac{\sin 2kh}{2kh} \cos 2k \arccos \frac{x}{A}$$

est un polynome de degré $2n$ ne contenant que des puissances paires de x .

3. Désignons ensuite par $f(x)$ une fonction continue satisfaisant à l'inégalité

$$(4) \quad |f(x + \delta) - f(x)| < \varepsilon(\delta),$$

$\varepsilon(\delta)$ étant une fonction positive ne dépendant pas de x et s'annulant pour $\delta = 0$.

Répétant textuellement les raisonnements du n° 3 de ma Note citée, nous obtiendrons

$$(5) \quad |f(x) - P_{2n}(x)| < \varepsilon(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{\sqrt{\pi}A}{4n\sqrt{h}} \right).$$

Cette inégalité, analogue à celle de (15) de ma Note précédente, a lieu pour toutes les valeurs de x , comprises entre 0 et A , et pour toute fonction continue $f(x)$, quels que soient les nombres arbitraires A , δ , h et n .

Faisons une hypothèse particulière au sujet de la fonction continue $f(x)$.

Supposons qu'elle satisfasse à la fois à l'inégalité (4) ainsi qu'à la suivante

$$(4_1) \quad |f((x + \delta)^2) - f(x^2)| < \varepsilon(\delta).$$

Il existe une infinité de fonctions continues jouissant cette propriété.

Comme un exemple, nous pouvons indiquer une fonction continue qui, étant quelconque pour les valeurs de x , comprises entre 0 et un nombre fixe B

plus petit que A , est égale à zéro pour les valeurs de x , plus grandes que B^1 .

Appliquant l'inégalité (5) à une telle fonction, on aura

$$(6) \quad |f(x^2) - Q_n(x^2)| < \varepsilon(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{4n\sqrt{h}} \right).$$

où l'on a posé

$$Q_n(x^2) = P_{2n}(x).$$

Si l'on remplace x^2 par t , on obtient l'inégalité

$$(6_1) \quad |f(t) - Q_n(t)| < \varepsilon(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{4n\sqrt{h}} \right),$$

ayant lieu pour les valeurs de t , comprises entre 0 et A^2 .

4. Cela posé, désignons par

$$\psi_0(x), \quad \psi_1(x), \quad \psi_2(x), \quad \dots, \quad \psi_k(x), \dots$$

les polynomes de Tchébychef correspondant à la fonction caractéristique (a) , où nous pouvons poser, pour simplifier l'écriture,

$$C = 1, \quad a = 0, \quad \alpha = 1.$$

On a (comparer l'inégalité (17) de ma Note précédente)

$$(7) \quad \sqrt{S_p(\varphi(x))} \leq \sqrt{S_p(\psi(x))} + \sqrt{\int_0^\infty x^\beta e^{-x} (\varphi(x) - \psi(x))^2 dx},$$

où, en général,

$$S_p(F(x)) = \sum_{k=p+1}^{\infty} C_k^2, \quad C_k = \int_0^\infty x^\beta e^{-x} F(x) \psi_k(x) dx,$$

p étant un entier arbitraire.

¹ Le lecteur trouvera une application intéressante des fonctions analogues dans un Article de M. J. Ouspensky (Uspenskiĭ), que j'ai l'intention de présenter à l'Académie dans une des Séances prochaines.

Écrivons l'intégrale

$$I = \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} (\varphi(x) - \psi(x))^2 dx$$

sous la forme

$$(8) \quad I = 2 \int_0^{\infty} t^{2\beta+1} e^{-t^2} (f(t^2) - \psi(t^2))^2 dt = \int_0^{\infty} \Theta^2(t) dt,$$

en y faisant

$$\varphi(x) = f(x), \quad x = t^2.$$

Supposons que $f(x)$ soit une fonction appartenant à la classe de fonctions, qui satisfont à la fois aux conditions (4) et (4₁), et que son module ne surpasse pas M .

Posons

$$I = \int_0^A \Theta^2(t) dt + \int_A^{\infty} \Theta^2(t) dt = I_1 + I_2.$$

On trouve, en tenant compte de l'inégalité (6),

$$(9) \quad I_1 < \Gamma(\beta + 1) \varepsilon^2(\delta) \left(1 + \frac{A\delta}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{4n\sqrt{h}} \right)^2,$$

si l'on fait

$$\psi(t^2) = Q_n(t^2).$$

Cherchons une limite supérieure du polynome $Q_n(t^2)$ pour les valeurs de t , plus grandes que A .

On trouve, répétant les raisonnements du n° 6 de ma Note précédente,

$$|P_{2n}(t)| = |Q_n(t^2)| < \frac{4M}{3} \frac{2^{2n} t^{2n}}{A^{2n}} \quad \text{pour } t \geq A.$$

Par conséquent,

$$\begin{aligned} \int_A^{\infty} t^{2\beta+1} e^{-t^2} Q_n^2(t^2) dt &< \frac{4^2 M^2}{3^2} \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \int_A^{\infty} t^{2\beta+2m+1} e^{-t^2} dt = \\ &= \frac{4^2 M^2}{2 \cdot 3^2} \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \int_{A^2}^{\infty} x^{\beta+m} e^{-x} dx < \\ &< \frac{4^2 M^2}{2 \cdot 3^2} \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \Gamma(\beta + m + 1), \end{aligned}$$

où l'on a posé

$$m = 2n.$$

On peut donc écrire

$$(10) \quad \int_A^\infty t^{2\beta-1} e^{-t^2} Q_n^2(t^2) dt < L \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \frac{(m+\beta)^{m+\beta+\frac{1}{2}}}{e^{m+\beta}},$$

où l'on peut poser

$$L = \frac{4^2 M^2}{2 \cdot 3^2} \sqrt{2\pi} e^{\frac{1}{12\beta}}.$$

Il est aisé de s'assurer, enfin, que

$$(11) \quad \int_A^\infty t^{2\beta+1} e^{-t^2} f^2(t^2) dt < \frac{M^2}{2} \int_{A^2}^\infty x^\beta e^{-x} dx < N e^{-\frac{A^2}{2}},$$

où

$$N = 2^2 M^2 \Gamma(\beta+1)$$

est un nombre fixe.

Les inégalités (10) et (11) donnent

$$I_2 < 4N e^{-\frac{A^2}{2}} + 4L \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \frac{(m+\beta)^{m+\beta+\frac{1}{2}}}{e^{m+\beta}}$$

et, enfin, en vertu de (8) et (9),

$$(12) \quad I < 4N e^{-\frac{A^2}{2}} + \Gamma(\beta+1) \varepsilon^2(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{4n\sqrt{h}} \right)^2 + \\ + 4L \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \frac{(m+\beta)^{m+\beta+\frac{1}{2}}}{e^{m+\beta}},$$

l'inégalité de la même espèce que celle de (25) de ma Note, citée plus haut.

5. Faisons maintenant, dans (7),

$$p = 2n = m.$$

En remarquant que

$$\psi(x) = P_{2n}(x),$$

on trouve

$$S_m(\psi(x)) = 0$$

et

$$(13) \quad S_m(f(x)) < I^2,$$

où l'on peut entendre par I le second membre de l'inégalité (12).

Disposons maintenant les constantes arbitraires A , δ et h de la même manière qu'au n° 8 (p. 413) de ma Note précédente, en faisant, par exemple,

$$h = \frac{1}{m^{\frac{1}{3}}}, \quad A = 2 \left(\frac{m + \beta}{\log(m + \beta)} \right)^{\frac{2}{3}},$$

$$\delta = Ah = 2 \left(\frac{m + \beta}{m \log(m + \beta)} \right)^{\frac{2}{3}} < \frac{2^{\frac{2}{3}}}{\log^{\frac{2}{3}} m} \quad \text{pour } m \geq \beta.$$

On aura

$$\sigma = 4L \frac{2^{2m}}{A^{2m}} \frac{(m + \beta)^{m + \beta + \frac{1}{2}}}{e^{m + \beta}} = 4L \left(\frac{\log^4 q}{q} \right)^{\frac{m}{3}} \frac{q^{\beta + \frac{1}{2}}}{e^q},$$

$$q = m + \beta.$$

Il s'ensuit que

$$\sigma < \frac{\varepsilon^2}{3} \quad \text{pour } m \geq m_0,$$

m_0 étant un entier convenablement choisi.

Remarquant ensuite que

$$\Gamma(\beta + 1) \varepsilon^2(\delta) \left(1 + \frac{Ah}{2\delta} + \frac{A\sqrt{\pi}}{4n\sqrt{h}} \right)^2 < \frac{\varepsilon^2}{3} \quad \text{pour } m \geq m_0,$$

et

$$4Ne^{-\frac{A^2}{2}} < \frac{\varepsilon^2}{3},$$

on obtient, en vertu de (12) et (13),

$$S_m(f(x)) < \varepsilon^2 \quad \text{pour } m \geq m_0.$$

Donc, l'équation de fermeture, correspondant aux polynomes de Tchébychef-Laguerre, a lieu pour toute fonction continue $f(x)$, dont le module ne

surpasse pas un nombre fixe M , pourvu que cette fonction satisfasse aux conditions (4) et (4₁).

6. Soit maintenant $f(x)$ une fonction qui satisfait à la seule condition (4).

Soit B un nombre fixe et désignons par $\psi(x)$ une fonction continue, qui satisfait aux conditions (4) et (4₁) pour $x \geq B$ et qui est égale à $f(x)$ dans l'intervalle $(0, B)$.

La fonction $\psi(x)$, ainsi choisie, satisfera aux conditions (4) et (4₁) pour toutes les valeurs de x .

Faisant dans (7)

$$\varphi(x) = f(x),$$

on aura

$$\sqrt{S_p(f(x))} \leq \sqrt{S_p(\psi(x))} + \sqrt{\int_B^\infty x^\beta e^{-x} (f(x) - \psi(x))^2 dx}.$$

On peut toujours choisir le nombre B de façon qu'on ait

$$\int_B^\infty x^\beta e^{-x} (f(x) - \psi(x))^2 dx < \frac{\varepsilon^2}{4}.$$

Le nombre B étant ainsi fixé, on peut prendre p si grand qu'on ait, d'après le théorème du n° précédent,

$$S_p(\psi(x)) \leq \frac{\varepsilon^2}{4} \quad \text{pour } p \geq p_0.$$

On aura alors

$$S_p(f(x)) < \varepsilon^2 \quad \text{pour } p \geq p_0,$$

quelle que soit la fonction $f(x)$, continue et bornée pour toutes les valeurs positives de x .

Cela posé, il ne reste qu'à répéter les raisonnements des n° 9 et 10 de ma Note précédente, pour s'assurer que la suite de polynômes de Tchébychef-Laguerre est fermée. C. Q. F. D.

7. Les polynômes, que nous avons étudiés dans cette Note ainsi que dans la Note précédente (ce Bulletin, n° 6, le 1 Avril 1916), ne présentent qu'un cas particulier des polynômes $\varphi_k(x)$ de Tchébychef, définis par les conditions

$$(14) \quad \int_a^b p(x) \varphi_k(x) P_{k-1}(x) dx = 0,$$

$$\int_a^b p(x) \varphi_k^2(x) dx = 1,$$

où $p(x)$ est une fonction quelconque non négative dans l'intervalle (a, b) , a et b sont des nombres dont l'un ou tous les deux deviennent infinis ($-\infty$ et $+\infty$).

On sait que les polynomes $\varphi_k(x)$ existent, quelle que soit la fonction non négative $p(x)$, pourvu que les intégrales

$$(15) \quad m_k = \int_a^b p(x) x^k dx$$

aient un sens déterminé pour toutes les valeurs de $k = 0, 1, 2, 3, \dots$.

Il est évident que la méthode, que nous avons appliquée aux cas particuliers des fonctions

$$p(x) = e^{-x^2} \quad \text{et} \quad p(x) = x^\beta e^{-x},$$

s'étend, presque sans changement, au cas général que nous venons de signaler.

Si nous prenons, par exemple, pour le point de départ l'inégalité (8) de ma Note précédente (ce Bulletin, n° 6, le 1 Avril 1916, p. 408) et si nous répétons les raisonnements exposés dans la Note actuelle, en les appliquant au cas général où $p(x)$ est une fonction quelconque, nous arriverons au théorème suivant:

Toute suite de polynomes de Tchébychef, définis par les conditions (14) (où $b = +\infty$, a est un nombre quelconque qui peut être égal à $-\infty$ et $p(x)$ est une fonction quelconque non négative et telle que les intégrales (15) existent) est une suite fermée toutes les fois que la fonction caractéristique $p(x)$ satisfasse encore à la condition suivante: il existe une fonction $\omega(n)$, positive pour toutes les valeurs de n , tendant vers l'infini pour $n = +\infty$ et telle qu'on ait à la fois

$$\lim_{n=\infty} \frac{\omega(n)}{n} = 0,$$

$$\lim_{n=\infty} \frac{1}{[\omega(n)]^{2n}} \int_{4\omega^2(n)}^{\infty} p(x) x^n dx = 0.$$

Cette circonstance aura, par exemple, lieu, si l'on suppose que les intégrales m_k (15) satisfassent à la condition

$$\lim_{n=\infty} \frac{m_n}{[\omega(n)]^{2n}} = 0.$$

Je me permets de me borner à cette petite remarque, sans entrer dans les détails, parce que la démonstration découle presque avec évidence de ce que nous avons dit aux n^{os} précédents de cette Note ainsi que dans ma Note précédente citée plus haut.

Изслѣдованіе траекторіи свободно падающаго въ пустотѣ тѣла.

М. А. Вильева.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

§ 1. Вопросъ о видѣ кривой, описываемой матеріальной точкой, свободно падающей въ пустотѣ вблизи земной поверхности до настоящаго времени былъ выясненъ только въ общихъ чертахъ, такъ что не могло считаться рѣшеннымъ, въ какую сторону отъ плоскости перваго вертикала, проходящей черезъ начальное положеніе точки, она при далѣйшемъ движеніи отклоняется: къ полюсу, или къ экватору. Laplace (*Mécanique Céleste*, t. IV, ch. V) полагалъ, что движеніе ея должно происходить въ точности въ указанной плоскости, безъ какихъ-либо отклоненій въ ту или другую сторону. Gauss (*Fundamentalgleichungen für die Bewegung schwererer Körper auf der rotierenden Erde. Werke Bd. V*), а за нимъ и большинство авторовъ трактатовъ по механикѣ, повторявшихъ его результаты, стояли за отклоненіе къ экватору. Д. К. Бобылевъ въ своемъ Курсѣ Аналитической Механики (Часть кинетическая, стр. 162. Изд. 1881 г.) находитъ въ этомъ случаѣ отклоненіе къ полюсу и при томъ совершенно незначительное. Наиболее полная работа по этому вопросу, появлявшаяся въ послѣдніе годы (августъ 1913 г.),— это статья R. S. Woodward'a (*On the orbits of freely falling bodies. Astronom. Journ. Nos 651—652*). Въ ней авторъ, указавъ на недостатки предшествовавшихъ работъ по разсуждаемому вопросу, самъ пришелъ къ заключенію, что при указанныхъ выше условіяхъ тѣло должно при паденіи отклониться къ полюсу и при томъ очень замѣтно. Онъ получилъ для паденія съ высоты 490 мтр. на широтѣ 45° отклоненіе къ востоку 16.85 снт., а къ полюсу 3.03 снт., тогда какъ по формуламъ Д. К. Бобылева въ данномъ случаѣ полярное отклоненіе не превышаетъ нѣсколькихъ сотысячныхъ долей миллиметра.

Познакомившись съ указанными работами, я пришелъ къ убѣжденію, что ни одинъ изъ названныхъ результатовъ не можетъ быть признанъ безусловно правильнымъ, такъ какъ нѣкоторые авторы при изслѣдованіяхъ пользовались недостаточно точными формулами, а другіе неправильно опредѣляли положеніе вертикальной линіи и плоскости перваго вертикала.

Не останавливаясь на дальнѣйшихъ подробностяхъ литературы разсматриваемаго вопроса, указанія на которую можно найти въ работѣ Woodward'a, я перехожу къ собственнымъ изслѣдованіямъ въ этой области.

Глава I. Дифференціальныя уравненія вопроса.

§ 2. *Выводъ трехъ системъ уравненій.* Въ разсматриваемомъ вопросѣ дифференціальныя уравненія движенія точки могутъ быть приведены къ тремъ основнымъ системамъ въ зависимости отъ того, разсматривается ли абсолютное движеніе ея въ пространствѣ или относительное по отношенію къ горизонту начальнаго положенія ея. Третья система уравненій занимаетъ промежуточное положеніе между двумя указанными.

Первая система уравненій. Въ настоящей работѣ не принимаются во вниманіе вѣшнія силы, дѣйствующія на землю, т. е. притяженія ея луной и солнцемъ. Поэтому можно считать центръ земли находящимся въ абсолютномъ покоѣ. Въ плоскости земного экватора выбираемъ неподвижныя взаимно перпендикулярныя оси x и y . Ось z направляемъ по оси вращенія къ сѣверному полюсу. Называя въ такомъ случаѣ V потенциальную функцію, зависящую отъ притяженія разсматриваемой точки землей, имѣемъ первую систему уравненій въ видѣ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= \frac{\partial V}{\partial x} \\ \frac{d^2 y}{dt^2} &= \frac{\partial V}{\partial y} \\ \frac{d^2 z}{dt^2} &= \frac{\partial V}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Вторая система уравненій. Припимаая новыя оси координатъ X и Y въ плоскости земного экватора неизмѣнно связанными съ землей, направляя ось Z по оси вращенія къ сѣверному полюсу и обозначая угловую скорость вращенія земли черезъ ω , имѣемъ зависимости

$$\left. \begin{aligned} x &= X \cos \omega t - Y \sin \omega t \\ y &= X \sin \omega t + Y \cos \omega t \\ z &= Z \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

причемъ предполагается, что въ начальный моментъ $t=0$ обѣ системы координатъ совпадали. Подставляя предыдущія формулы въ уравненія (1), находимъ вторую систему дифференціальныхъ уравненій вопроса:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 X}{dt^2} - 2\omega \frac{dY}{dt} - \omega^2 X &= \frac{\partial V}{\partial X}; & \frac{\partial V}{\partial X} &= \frac{\partial V}{\partial x} \cos \omega t + \frac{\partial V}{\partial y} \sin \omega t \\ \frac{d^2 Y}{dt^2} + 2\omega \frac{dX}{dt} - \omega^2 Y &= \frac{\partial V}{\partial Y}; & \frac{\partial V}{\partial Y} &= -\frac{\partial V}{\partial x} \sin \omega t + \frac{\partial V}{\partial y} \cos \omega t \\ \frac{d^2 Z}{dt^2} &= \frac{\partial V}{\partial Z}; & \frac{\partial V}{\partial Z} &= \frac{\partial V}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Третья система уравненій. Плоскость XOZ въ предыдущей системѣ уравненій выбираемъ такъ, чтобы она проходила черезъ начальное положеніе падающей точки. Обозначая геоцентрическую широту этого положенія черезъ λ , соотвѣтствующее разстояніе отъ центра земли черезъ R , выбираемъ новую систему координатъ (ξ , η и ζ) такъ, чтобы начало ихъ совпадало съ начальнымъ положеніемъ точки, ось ζ была направлена въ плоскости меридіана вертикально вверхъ и образовала съ плоскостью экватора земли уголъ Λ , равный географической широтѣ, ось ξ выбираемъ въ плоскости меридіана по направленію къ экватору, а ось η — параллельно оси Y второй системы основныхъ уравненій.

Зависимость между новыми координатами и координатами второй системы дается уравненіями

$$\left. \begin{aligned} X &= R \cos \lambda + \xi \sin \Lambda + \zeta \cos \Lambda \\ Y &= \eta \\ Z &= R \sin \lambda - \xi \cos \Lambda + \zeta \sin \Lambda \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Пользуясь ппм, приводимъ уравненія второй системы къ виду:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \xi}{dt^2} - 2\omega \sin \Lambda \frac{d\eta}{dt} - \omega^2 \sin^2 \Lambda \xi - \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \zeta &= \frac{\partial V}{\partial \xi} + \omega^2 R \cos \lambda \sin \Lambda \\ \frac{d^2 \eta}{dt^2} + 2\omega \sin \Lambda \frac{d\xi}{dt} + 2\omega \cos \Lambda \frac{d\zeta}{dt} - \omega^2 \eta &= \frac{\partial V}{\partial \eta} \\ \frac{d^2 \zeta}{dt^2} - 2\omega \cos \Lambda \frac{d\eta}{dt} - \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \xi - \omega^2 \cos^2 \Lambda \zeta &= \frac{\partial V}{\partial \zeta} + \omega^2 R \cos \lambda \cos \Lambda \\ \frac{\partial V}{\partial \xi} &= \frac{\partial V}{\partial X} \sin \Lambda - \frac{\partial V}{\partial Z} \cos \Lambda \\ \frac{\partial V}{\partial \eta} &= \frac{\partial V}{\partial Y} \\ \frac{\partial V}{\partial \zeta} &= \frac{\partial V}{\partial X} \cos \Lambda + \frac{\partial V}{\partial Z} \sin \Lambda \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Зависимость между абсолютными координатами x, y и z и относительными ξ, η и ζ имѣетъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= -R \sin(\Lambda - \lambda) + x \sin \Lambda \cos \omega t + y \sin \Lambda \sin \omega t - z \cos \Lambda \\ \eta &= -x \sin \omega t + y \cos \omega t \\ \zeta &= -R \cos(\Lambda - \lambda) + x \cos \Lambda \cos \omega t + y \cos \Lambda \sin \omega t + z \sin \Lambda \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Такъ какъ уравненія (5) являются основными въ разсматриваемомъ вопросѣ, то я привожу ихъ выводъ изъ общей теоріи относительнаго движенія. Зависимость между абсолютными (x, y, z) координатами и относительными (ξ, η, ζ) выражается равенствами:

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \lambda_x \xi + \mu_x \eta + \nu_x \zeta \\ y &= y_0 + \lambda_y \xi + \mu_y \eta + \nu_y \zeta \\ z &= z_0 + \lambda_z \xi + \mu_z \eta + \nu_z \zeta \end{aligned}$$

Черезъ p, q и r обозначаемъ проекціи угловой скорости вращенія системы $\xi\eta\zeta$ на оси относительныхъ координатъ, опредѣляемыя формулами:

$$\begin{aligned} p &= \nu_x \frac{d\mu_x}{dt} + \nu_y \frac{d\mu_y}{dt} + \nu_z \frac{d\mu_z}{dt} \\ q &= \lambda_x \frac{d\nu_x}{dt} + \lambda_y \frac{d\nu_y}{dt} + \lambda_z \frac{d\nu_z}{dt} \\ r &= \mu_x \frac{d\lambda_x}{dt} + \mu_y \frac{d\lambda_y}{dt} + \mu_z \frac{d\lambda_z}{dt} \end{aligned}$$

Въ такомъ случаѣ общія уравненія относительнаго движенія имѣютъ видъ:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \xi}{dt^2} + 2 \left\{ -r \frac{d\eta}{dt} + q \frac{d\zeta}{dt} \right\} + \xi (-q^2 - r^2) + \eta \left(-\frac{dr}{dt} + pq \right) + \zeta \left(\frac{dq}{dt} + pr \right) &= \ddot{\xi} \cos(\dot{\nu}, \xi) - \ddot{\nu}_0 \cos(\dot{\nu}_0, \xi) \\ \frac{d^2 \eta}{dt^2} + 2 \left\{ -p \frac{d\zeta}{dt} + r \frac{d\xi}{dt} \right\} + \xi \left(\frac{dr}{dt} + pq \right) + \eta (-p^2 - r^2) + \zeta \left(-\frac{dp}{dt} + qr \right) &= \ddot{\eta} \cos(\dot{\nu}, \eta) - \ddot{\nu}_0 \cos(\dot{\nu}_0, \eta) \\ \frac{d^2 \zeta}{dt^2} + 2 \left\{ -q \frac{d\xi}{dt} + p \frac{d\eta}{dt} \right\} + \xi \left(-\frac{dq}{dt} + pr \right) + \eta \left(\frac{dp}{dt} + qr \right) + \zeta (-p^2 - q^2) &= \ddot{\zeta} \cos(\dot{\nu}, \zeta) - \ddot{\nu}_0 \cos(\dot{\nu}_0, \zeta) \end{aligned}$$

гдѣ $\ddot{\nu}$ и $\ddot{\nu}_0$ означаютъ соотвѣтственно абсолютныя ускоренія разсматриваемой точки и начала относительныхъ координатъ.

Въ примѣненіи къ разсматриваемому вопросу имѣемъ:

$$x_0 = R \cos \lambda \cos \omega t; \quad \lambda_x = \sin \Lambda \cos \omega t; \quad \mu_x = -\sin \omega t; \quad \nu_x = \cos \Lambda \cos \omega t;$$

$$\dot{v}_0 \cos(\dot{v}_0, \xi) = -R \omega^2 \cos \lambda \sin \Lambda$$

$$y_0 = R \cos \lambda \sin \omega t; \quad \lambda_y = \sin \Lambda \sin \omega t; \quad \mu_y = +\cos \omega t; \quad \nu_y = \cos \Lambda \sin \omega t;$$

$$\dot{v}_0 \cos(\dot{v}_0, \eta) = 0$$

$$z_0 = R \sin \lambda; \quad \lambda_z = -\cos \Lambda; \quad \mu_z = 0; \quad \nu_z = \sin \Lambda;$$

$$\dot{v}_0 \cos(\dot{v}_0, \zeta) = -R \omega^2 \cos \lambda \cos \Lambda$$

$$\dot{v} \cos(\dot{v}, \xi) = \frac{\partial V}{\partial \xi} \quad p = -\omega \cos \Lambda$$

$$\dot{v} \cos(\dot{v}, \eta) = \frac{\partial V}{\partial \eta} \quad q = 0$$

$$\dot{v} \cos(\dot{v}, \zeta) = \frac{\partial V}{\partial \zeta} \quad r = +\omega \sin \Lambda,$$

и написанныя выше общія уравненія переходятъ въ систему (5).

Если движеніе точки считается происходящимъ въ небольшомъ пространствѣ, окружающемъ начало относительныхъ координатъ $\xi\eta\zeta$, то вторыя части уравненій (5) можно разложить по степенямъ ξ , η и ζ :

$$\frac{\partial V}{\partial \xi} + \omega^2 R \cos \lambda \sin \Lambda = \left(\frac{\partial V}{\partial \xi} \right)_0 + \omega^2 R \cos \lambda \sin \Lambda + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \xi^2} \right)_0 \xi + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \xi \partial \eta} \right)_0 \eta + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \xi \partial \zeta} \right)_0 \zeta + \dots$$

$$\frac{\partial V}{\partial \eta} = \left(\frac{\partial V}{\partial \eta} \right)_0 + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \xi \partial \eta} \right)_0 \xi + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \eta^2} \right)_0 \eta + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \eta \partial \zeta} \right)_0 \zeta + \dots$$

$$\frac{\partial V}{\partial \zeta} + \omega^2 R \cos \lambda \cos \Lambda = \left(\frac{\partial V}{\partial \zeta} \right)_0 + \omega^2 R \cos \lambda \cos \Lambda + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \xi \partial \zeta} \right)_0 \xi + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \eta \partial \zeta} \right)_0 \eta + \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \zeta^2} \right)_0 \zeta + \dots$$

гдѣ значкомъ $_0$ обозначено, что разсматриваемая величина относится къ началу координатъ. Въ дальнѣйшемъ широта Λ и опредѣляемое ею направленіе оси ζ выбирается такъ, чтобы были соблюдены условія

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{\partial V}{\partial \xi} \right)_0 + \omega^2 R \cos \lambda \sin \Lambda &= 0 \\ \left(\frac{\partial V}{\partial \eta} \right)_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Въ такомъ случаѣ, обозначая черезъ G полное ускореніе силы тяжести въ началѣ относительныхъ координатъ, т. е. результирующее ускореніе, зависящее отъ притяженія и вращенія земли, имѣемъ:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial \zeta} \right)_0 + \omega^2 R \cos \lambda \cos \Lambda = -G \quad (8)$$

Ускореніе въ началѣ относительныхъ координатъ, зависящее только отъ протяженія точки землей обозначаемъ черезъ g .

Въ дальнѣйшемъ приводятся интегралы полученныхъ дифференціаль-ныхъ уравненій при двухъ основныхъ предположеніяхъ относительно начальныхъ условій движенія точки.

1) *Первое предположеніе*:

$$\begin{aligned}\xi_0 &= 0 & \xi'_0 &= 0 \\ \eta_0 &= 0 & \eta'_0 &= 0 \\ \zeta_0 &= 0 & \zeta'_0 &= 0,\end{aligned}$$

гдѣ значекъ $_0$ означаетъ, что величина относится къ моменту $t=0$ и введено сокращенное обозначеніе производныхъ ($'$).

Въ этомъ случаѣ оси координатъ ξ , η и ζ выбраны такъ, что ξ и η расположены въ плоскости, касательной къ поверхности равнаго потенциала земнаго притяженія и вращенія, приходящей черезъ начало координатъ $\xi\eta\zeta$, ось ξ — въ плоскости меридіана и направлена къ экватору, а ось η направлена къ востоку; ось ζ — перпендикулярно къ поверхности ртутнаго горизонта, проходящаго черезъ начальную точку траекторіи. Координата ξ въ этомъ случаѣ опредѣляетъ, насколько точка при паденіи отклоняется отъ плоскости перваго вертикала, проходящаго черезъ начальное положеніе ея.

2) *Второе предположеніе*. При опытахъ, производящихся съ цѣлью опредѣленія отклоненія падающихъ тѣлъ отъ вертикальной линіи, наблюдается обыкновенно ихъ паденіе съ высоты h надъ поверхностью земли, что соотвѣтствуетъ начальнымъ условіямъ:

$$\begin{aligned}\xi_0 &= 0 & \xi'_0 &= 0 \\ \eta_0 &= 0 & \eta'_0 &= 0 \\ \zeta_0 &= h & \zeta'_0 &= 0.\end{aligned}$$

Въ этомъ случаѣ вертикальная линія опредѣляется, какъ перпендикуляръ, опущенный изъ начальнаго положенія точки на поверхность ртутнаго горизонта, находящагося въ той точкѣ, гдѣ кончается паденіе. Оси координатъ ξ , η и ζ выбираются вообще такъ же, какъ и въ первомъ предположеніи съ тою только разницей, что и здѣсь горизонтъ, вертикальная линія и плоскость перваго вертикала относятся къ *нижней* точкѣ траекторіи. Величины ξ , η и ζ , относящіяся къ движенію точки при второмъ предполо-

женіи относительно начальныхъ условій мы будемъ для отличія обозначать черезъ Ξ , Υ и Z .

§ 3. Предложенное Gauss'омъ рѣшеніе задачи и его недостатки. Gauss, получивъ общія уравненія относительнаго движенія, авалогичныя уравненіямъ (5), отбросилъ въ нихъ вѣкоторые члены, не имѣющіе, по его мнѣнію, значенія и ограничился уравненіями вида:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 \xi}{dt^2} - 2\omega \sin \Lambda \frac{d\eta}{dt} &= 0 \\ \frac{d^2 \eta}{dt^2} + 2\omega \sin \Lambda \frac{d\xi}{dt} + 2\omega \cos \Lambda \frac{d\zeta}{dt} &= 0 \\ \frac{d^2 \zeta}{dt^2} - 2\omega \cos \Lambda \frac{d\eta}{dt} + G &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Интегралы этихъ дифференціальныхъ уравненій при первомъ предположеніи относительно начальныхъ условій имѣютъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{G}{2} \sin \Lambda \cos \Lambda \left\{ t^2 - \left(\frac{\sin \omega t}{\omega} \right)^2 \right\} \\ \eta &= \frac{G}{2\omega} \cos \Lambda \left\{ t - \frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right\} \\ \zeta &= -\frac{1}{2} G t^2 + \frac{G}{2} \cos^2 \Lambda \left\{ t^2 - \left(\frac{\sin \omega t}{\omega} \right)^2 \right\} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

При второмъ предположеніи Ξ и Υ имѣютъ тотъ же видъ, что и ξ и η , а для Z получается

$$Z = h - \frac{1}{2} G t^2 + \frac{G}{2} \cos^2 \Lambda \left\{ t^2 - \left(\frac{\sin \omega t}{\omega} \right)^2 \right\}$$

Формуламъ (10) пользоваться неудобно, такъ какъ время паденія всегда невелико. Поэтому Gauss даетъ соотвѣтствующіе ряды, расположенные по степенямъ времени:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{1}{6} G \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda t^4 + \dots \\ \eta &= \frac{1}{3} G \omega \cos \Lambda t^3 + \dots \\ \zeta &= -\frac{1}{2} G t^2 + \frac{1}{6} G \omega^2 \cos^2 \Lambda t^4 + \dots \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Такимъ образомъ въ началѣ паденія $\xi > 0$ независимо отъ различія предположеній относительно начальныхъ условій, и точка отклоняется къ экватору.

Недостаточность полученнаго рѣшенія видна изъ того, что въ форму-

лахъ (11) фигурируютъ члены съ ω^2 , тогда какъ члены того же порядка отброшены въ дифференціальныя уравненія.

Если же въ уравненіяхъ (5) сохранить все члены лѣвыхъ частей, а правыя замѣнить соответственно черезъ 0, 0 и $-G$, то разложенія ихъ интеграловъ, полученныхъ при первомъ предположеніи, имѣютъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{1}{8} G \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda t^4 + \dots \\ \eta &= \frac{1}{3} G \omega \cos \Lambda t^3 + \dots \\ \zeta &= -\frac{1}{2} G t^2 + \frac{1}{8} G \omega^2 \cos^2 \Lambda t^4 + \dots \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

и отличаются отъ полученныхъ Gauss'омъ коэффициентами. Совершенно другое получается при второмъ предположеніи относительно начальныхъ условій, которымъ соотвѣтствуетъ разложеніе въ ряды вида:

$$\left. \begin{aligned} \Xi &= \frac{1}{2} \omega^2 h \sin \Lambda \cos \Lambda t^2 + \frac{1}{8} \omega^2 (G - \omega^2 h) \sin \Lambda \cos \Lambda t^4 + \dots \\ \Gamma &= \frac{1}{3} \omega (G - \omega^2 h) \cos \Lambda t^3 + \dots \\ Z &= -\frac{1}{2} (G - \omega^2 h \cos^2 \Lambda) t^2 + \frac{1}{8} \omega^2 (G - \omega^2 h) \cos^2 \Lambda t^4 + \dots \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Здѣсь въ выраженіи Ξ появляются члены съ t^2 . Изъ сказаннаго ясно, что для выясненія дѣйствительнаго движенія точки нельзя пользоваться приближенными дифференціальными уравненіями, а слѣдуетъ брать ихъ во всей полнотѣ. Въ настоящей работѣ интегралы дифференціальныя уравненій получаютъ въ видѣ рядовъ, расположенныхъ по степенямъ времени и при небольшомъ значеніи t сходящихся весьма быстро. Коэффициенты членовъ разложенія получены съ полной точностью, причемъ каждый изъ результатовъ получался двумя способами по двумъ разнымъ системамъ основныхъ уравненій движенія. Сначала разсматривается частный случай: земля предполагается сферической и однородной, затѣмъ болѣе общій случай.

Глава II. Рѣшеніе вопроса въ случаѣ сферической однородной земли.

§ 4. Радиусъ земли обозначаемъ черезъ R ; геоцентрическую широту мѣста земной поверхности, въ которомъ расположено начало координатъ ξ, η, ζ — черезъ λ , соотвѣтствующую географическую широту — черезъ Λ ; ускореніе g относится къ поверхности земли и зависитъ только отъ протяженія точки землей; остальные обозначенія — прежнія.

Въ такомъ случаѣ имѣемъ:

$$\left. \begin{aligned} G \cos \Lambda &= g \cos \lambda - \omega^2 R \cos \lambda \\ G \sin \Lambda &= g \sin \lambda \\ G \sin (\Lambda - \lambda) &= \omega^2 R \sin \lambda \cos \lambda \\ G \cos (\Lambda - \lambda) &= g - \omega^2 R \cos^2 \lambda \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

§ 5. *Рѣшеніе задачи по первому способу (формулы (1)).* Въ этомъ случаѣ уравненія абсолютнаго движенія имѣютъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= -\frac{gR^2}{r^3} x \\ \frac{d^2 y}{dt^2} &= -\frac{gR^2}{r^3} y \\ \frac{d^2 z}{dt^2} &= -\frac{gR^2}{r^3} z \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

$$\text{гдѣ } r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}.$$

Начальнымъ условіямъ перваго предположенія соответствуютъ начальные значенія абсолютныхъ координатъ и слагающихъ скоростей:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= R \cos \lambda & x'_0 &= 0 \\ y_0 &= 0 & y'_0 &= \omega R \cos \lambda \\ z_0 &= R \sin \lambda & z'_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Абсолютная траекторія точки представляетъ въ этомъ случаѣ сильно вытянутый эллипсъ, афелій котораго совпадаетъ съ начальнымъ ея положеніемъ. Опредѣливъ вспомогательный уголъ E по уравненію:

$$E + \left(1 - \frac{\omega^2 R}{g} \cos^2 \lambda\right) \sin E = t \sqrt{\frac{g}{R}} \left(2 - \frac{\omega^2 R}{g} \cos^2 \lambda\right)^{\frac{3}{2}}$$

получаемъ абсолютныя координаты по формуламъ.

$$\left. \begin{aligned} x &= a \cos \lambda (\cos E + e) \\ y &= a \sqrt{1 - e^2} \sin E \\ z &= a \sin \lambda (\cos E + e), \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

$$\text{гдѣ } a = \frac{R}{2 - \frac{\omega^2 R}{g} \cos^2 \lambda}; \quad e = 1 - \frac{\omega^2 R}{g} \cos^2 \lambda$$

Относительныя координаты ξ , η и ζ опредѣляются формулами (6).

При второмъ предположеніи относительно начальныхъ условій находимъ сначала широту λ_1 и разстояніе до центра земли R_1 той точки, изъ которой тѣло падаетъ, по формуламъ

$$\left. \begin{aligned} R_1 \sin(\lambda_1 - \lambda) &= h \sin(\Lambda - \lambda) \\ R_1 \cos(\lambda_1 - \lambda) &= R + h \cos(\Lambda - \lambda) \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

послѣ чего абсолютныя координаты получаются по предыдущимъ формуламъ съ тою разницею, что R и λ вездѣ замѣняются на R_1 и λ_1 , а ξ , η и ζ въ формулахъ (6) на Ξ , Υ и Z .

Полученные такимъ образомъ интегралы въ конечномъ видѣ не удобны на практикѣ, и въ данномъ случаѣ предпочтительнѣе пользоваться разложеніемъ въ ряды.

Пользуясь сокращеннымъ обозначеніемъ производныхъ разныхъ порядковъ, получаемъ, послѣдовательно дифференцируя уравненія (15):

$$\begin{aligned} x'' &= -\frac{gR^2}{r^3} x; & x''' &= -gR^2 \left[\frac{x'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} x \right]; \\ x^{iv} &= -gR^2 \left[\frac{x''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} x' + 12 \frac{r'^2}{r^5} x - 3 \frac{r''}{r^4} x \right] \\ y'' &= -\frac{gR^2}{r^3} y; & y''' &= -gR^2 \left[\frac{y'}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} y \right]; \\ y^{iv} &= -gR^2 \left[\frac{y''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} y' + 12 \frac{r'^2}{r^5} y - 3 \frac{r''}{r^4} y \right] \\ z'' &= -\frac{gR^2}{r^3} z; & z''' &= -gR^2 \left[\frac{z'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} z \right]; \\ z^{iv} &= -gR^2 \left[\frac{z''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} z' + 12 \frac{r'^2}{r^5} z - 3 \frac{r''}{r^4} z \right] \end{aligned}$$

Отсюда при начальныхъ условіяхъ перваго предположенія (формулы (16)), получаемъ:

$$\begin{aligned} x_0'' &= -g \cos \lambda & x_0''' &= 0 & x_0^{iv} &= -\frac{2g^2}{R} \cos \lambda + 3g\omega^2 \cos^3 \lambda \\ y_0'' &= 0 & y_0''' &= -g\omega \cos \lambda & y_0^{iv} &= 0 \\ z_0'' &= -g \sin \lambda & z_0''' &= 0 & z_0^{iv} &= -\frac{2g^2}{R} \sin \lambda + 3g\omega^2 \sin \lambda \cos^2 \lambda \end{aligned}$$

По формулѣ Тейлора получаемъ разложеніе x , y и z въ степенные ряды. Подставляя ихъ въ формулы (6) находимъ

$$\begin{aligned}
 \xi &= \sin \Lambda \left\{ R \cos \lambda - \frac{1}{2} g \cos \lambda t^2 + \left[-\frac{2g^2}{R} \cos \lambda + 3g\omega^2 \cos^3 \lambda \right] \frac{t^4}{24} + \dots \right\} \cdot \\
 &\quad \left\{ 1 - \frac{1}{2} \omega^2 t^2 + \frac{1}{24} \omega^4 t^4 - \dots \right\} + \\
 &+ \sin \Lambda \left\{ \omega R \cos \lambda t - \frac{1}{6} g \omega \cos \lambda t^3 + \dots \right\} \cdot \left\{ \omega t - \frac{1}{6} \omega^3 t^3 + \dots \right\} - \\
 &- \cos \Lambda \left\{ R \sin \lambda - \frac{1}{2} g \sin \lambda t^2 + \left[-\frac{2g^2}{R} \sin \lambda + 3g\omega^2 \sin \lambda \cos^2 \lambda \right] \frac{t^4}{24} - \dots \right\} - \\
 &- R \sin (\Lambda - \lambda) = \\
 &= \frac{t^2}{2} \left[-g \sin (\Lambda - \lambda) + \omega^2 R \cos \lambda \sin \Lambda \right] + t^4 \left[-\frac{1}{12} \frac{g^2}{R} \sin (\Lambda - \lambda) + \right. \\
 &+ \frac{1}{8} g \omega^2 \cos^2 \lambda \sin (\Lambda - \lambda) + \frac{1}{12} g \omega^2 \cos \lambda \sin \Lambda - \frac{1}{8} \omega^4 R \cos \lambda \sin \Lambda \left. \right] + \dots = \\
 &= -\frac{t^4}{8} \frac{g}{G} \omega^4 R \sin^3 \lambda \cos \lambda + \dots \\
 \eta &= \left\{ -R \cos \lambda + \frac{1}{2} g \cos \lambda t^2 + \left[\frac{2g^2}{R} \cos \lambda - 3g\omega^2 \cos^3 \lambda \right] \frac{t^4}{24} + \dots \right\} \cdot \\
 &\quad \left\{ \omega t - \frac{1}{6} \omega^3 t^3 + \dots \right\} + \\
 &+ \left\{ \omega R \cos \lambda t - \frac{1}{6} g \omega \cos \lambda t^3 + \dots \right\} \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{2} \omega^2 t^2 + \frac{1}{24} \omega^4 t^4 - \dots \right\} = (19) \\
 &= +\frac{1}{3} t^3 \omega G \cos \Lambda + \dots \\
 \zeta &= \cos \Lambda \left\{ R \cos \lambda - \frac{1}{2} g \cos \lambda t^2 + \left[-\frac{2g^2}{R} \cos \lambda + 3g\omega^2 \cos^3 \lambda \right] \frac{t^4}{24} + \dots \right\} \cdot \\
 &\quad \left\{ 1 - \frac{1}{2} \omega^2 t^2 + \frac{1}{24} \omega^4 t^4 - \dots \right\} + \\
 &+ \cos \Lambda \left\{ \omega R \cos \lambda t - \frac{1}{6} g \omega \cos \lambda t^3 + \dots \right\} \cdot \left\{ \omega t - \frac{1}{6} \omega^3 t^3 + \dots \right\} + \\
 &+ \sin \Lambda \left\{ R \sin \lambda - \frac{1}{2} g \sin \lambda t^2 + \left[-\frac{2g^2}{R} \sin \lambda + 3g\omega^2 \sin \lambda \cos^2 \lambda \right] \frac{t^4}{24} + \dots \right\} - \\
 &- R \sin (\Lambda - \lambda) = \\
 &= -\frac{1}{2} t^2 \left[g \cos (\Lambda - \lambda) - \omega^2 R \cos \lambda \cos \Lambda \right] + t^4 \left[-\frac{1}{12} \frac{g^2}{R} \cos (\Lambda - \lambda) + \right. \\
 &+ \frac{1}{8} g \omega^2 \cos^2 \lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \frac{1}{12} g \omega^2 \cos \lambda \cos \Lambda - \frac{1}{8} R \omega^4 \cos \lambda \cos \Lambda \left. \right] + \dots = \\
 &= -\frac{1}{2} G t^2 + \frac{t^4}{24} \left\{ -\frac{2g^3}{RG} + \frac{\omega^2}{G} \cos^2 \lambda \left[7g^2 - 5g R \omega^2 + 3R^2 \omega^4 \right] - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{3g}{G} \omega^4 R \cos^4 \lambda \right\} + \dots
 \end{aligned}$$

§ 6. Решение задачи по второму способу (формулы (3)). Приведенные выше результаты можно получить и по формулам (3), причем разложение легко может быть продолжено еще несколько дальше. Из них последовательно находимъ:

$$\begin{aligned}
 X'' &= 2\omega Y' + \omega^2 X - gR^2 \frac{X}{r^3} & X''' &= 2\omega Y'' + \omega^2 X' - gR^2 \left[\frac{X'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} X \right] \\
 X^{iv} &= 2\omega Y''' + \omega^2 X'' - gR^2 \left[\frac{X''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^3} X' - 3 \frac{r''}{r^4} X + 12 \frac{r'^2}{r^5} X \right] \\
 Y' &= -2\omega X' + \omega^2 Y - gR^2 \frac{Y}{r^3} & Y'' &= -2\omega X'' + \omega^2 Y' - gR^2 \left[\frac{Y'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} Y \right] \\
 Y^{iv} &= -2\omega X''' + \omega^2 Y'' - gR^2 \left[\frac{Y''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^3} Y' - 3 \frac{r''}{r^4} Y + 12 \frac{r'^2}{r^5} Y \right] \\
 Z'' &= -gR^2 \frac{Z}{r^3} & Z''' &= -gR^2 \left[\frac{Z'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} Z \right] \\
 Z^{iv} &= -gR^2 \left[\frac{Z''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^3} Z' - 3 \frac{r''}{r^4} Z + 12 \frac{r'^2}{r^5} Z \right] \\
 X^v &= 2\omega Y^{iv} + \omega^2 X''' - gR^2 \left\{ \frac{X'}{r^3} - 9 \frac{r'}{r^4} X'' + 36 \frac{r'^2}{r^5} X' - 9 \frac{r''}{r^4} X' - 60 \frac{r'^3}{r^6} X + 36 \frac{r' r''}{r^5} X - \frac{3 r'''}{r^4} X \right\} \\
 Y^v &= -2\omega X^{iv} + \omega^2 Y''' - gR^2 \left\{ \frac{Y''}{r^3} - 9 \frac{r'}{r^4} Y''' + 36 \frac{r'^2}{r^5} Y' - 9 \frac{r''}{r^4} Y' - 60 \frac{r'^3}{r^6} Y + 36 \frac{r' r''}{r^5} Y - \frac{3 r'''}{r^4} Y \right\} \\
 Z^v &= -gR^2 \left\{ \frac{Z'''}{r^3} - 9 \frac{r'}{r^4} Z'' + 36 \frac{r'^2}{r^5} Z' - 9 \frac{r''}{r^4} Z' - 60 \frac{r'^3}{r^6} Z + 36 \frac{r' r''}{r^5} Z - \frac{3 r'''}{r^4} Z \right\} \\
 X^{vi} &= 2\omega Y^v + \omega^2 X^{iv} - gR^2 \left\{ \frac{X^{iv}}{r^3} - 12 \frac{r'}{r^4} X''' + 72 \frac{r'^2}{r^5} X'' - 18 \frac{r''}{r^4} X'' + 144 \frac{r' r''}{r^5} X' - \right. \\
 &\quad \left. - 240 \frac{r'^3}{r^6} X' - 12 \frac{r'''}{r^4} X' - 360 \frac{r'^2 r''}{r^6} X + 48 \frac{r' r'''}{r^5} X + 360 \frac{r'^4}{r^7} X + 36 \frac{r''^2}{r^5} X - \frac{3 r^{iv}}{r^4} X \right\} \\
 Y^{vi} &= -2\omega Y^v + \omega^2 Y^{iv} - gR^2 \left\{ \frac{Y^{iv}}{r^3} - 12 \frac{r'}{r^4} Y''' + 72 \frac{r'^2}{r^5} Y'' - 18 \frac{r''}{r^4} Y'' + 144 \frac{r' r''}{r^5} Y' - \right. \\
 &\quad \left. - 240 \frac{r'^3}{r^6} Y' - 12 \frac{r'''}{r^4} Y' - 360 \frac{r'^2 r''}{r^6} Y + 48 \frac{r' r'''}{r^5} Y + 360 \frac{r'^4}{r^7} Y + 36 \frac{r''^2}{r^5} Y - \frac{3 Y^{iv}}{r^4} Y \right\} \\
 Z^{vi} &= -gR^2 \left\{ \frac{Z^{iv}}{r^3} - 12 \frac{r'}{r^4} Z''' + 72 \frac{r'^2}{r^5} Z'' - 18 \frac{r''}{r^4} Z'' + 144 \frac{r' r''}{r^5} Z' - 240 \frac{r'^3}{r^6} Z' - \right. \\
 &\quad \left. - 12 \frac{r'''}{r^4} Z' - 360 \frac{r'^2 r''}{r^6} Z + 48 \frac{r' r'''}{r^5} Z + 360 \frac{r'^4}{r^7} Z + 36 \frac{r''^2}{r^5} Z - \frac{3 Z^{iv}}{r^4} Z \right\}
 \end{aligned}$$

При начальныхъ условіяхъ (первое предположеніе)

$$\begin{aligned}
 X_0 &= R \cos \lambda & X'_0 &= 0 \\
 Y_0 &= 0 & Y'_0 &= 0 \\
 Z_0 &= R \sin \lambda & Z'_0 &= 0
 \end{aligned}$$

НАХОДИМЪ

$$\begin{aligned} X_0'' &= -G \cos \Lambda & X_0''' &= 0 \\ Y_0'' &= 0 & Y_0''' &= 2\omega R \cos \Lambda \\ Z_0'' &= -G \sin \Lambda & Z_0''' &= 0 \end{aligned}$$

$$X_0^{iv} = 2g\omega^2 \cos \lambda - 3\omega^4 R \cos \lambda - \frac{2g^2}{R} \cos \lambda + 3g\omega^2 \cos^3 \lambda$$

$$Y_0^{iv} = 0$$

$$Z_0^{iv} = -\frac{2g^2}{R} \sin \lambda + 3g\omega^2 \sin \lambda \cos^2 \lambda$$

$$X_0^v = 0$$

$$Y_0^v = \frac{2g^2}{R} \omega \cos \lambda - 6g\omega^3 \cos^2 \lambda + 5\omega^5 R \cos \lambda$$

$$Z_0^v = 0$$

$$X_0^{vi} = \left\{ -22 \frac{g^3}{R^2} - 18 \frac{\omega^2 g^2}{R} + 5g\omega^4 + 5R\omega^6 \right\} \cos \lambda + \left\{ 66 \frac{g^2 \omega^2}{R} + 9g\omega^4 \right\} \cos^3 \lambda - 45g\omega^4 \cos^5 \lambda$$

$$Y_0^{vi} = 0$$

$$Z_0^{vi} = \left\{ -22 \frac{g^3}{R^2} \right\} \sin \lambda + \left\{ 66 \frac{\omega^2 g^2}{R} \right\} \cos^2 \lambda \sin \lambda - 45g\omega^4 \cos^4 \lambda \sin \lambda$$

Отсюда, пользуясь формулами

$$\left. \begin{aligned} \xi &= (X - X_0) \sin \Lambda - (Z - Z_0) \cos \Lambda \\ \eta &= Y \\ \zeta &= (X - X_0) \cos \Lambda + (Z - Z_0) \sin \Lambda \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

получаемъ разложенія ξ , η и ζ съ точностью то членовъ съ l^6 включительно:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= -\frac{l^4}{8} \frac{g}{G} \omega^4 R \sin^3 \lambda \cos \lambda + \frac{l^6}{720} \frac{g}{G} \sin \lambda \left\{ \left[-40 \frac{\omega^2 g^2}{R} + 5g\omega^4 + \right. \right. \\ &\quad \left. \left. + 5R\omega^6 \right] \cos \lambda + 75g\omega^4 \cos^3 \lambda - 45R\omega^6 \cos^5 \lambda \right\} + \dots \\ \eta &= +\frac{l^3}{3} G \omega \cos \Lambda + \frac{l^5}{120} \omega \cos \lambda \left\{ \frac{2g^2}{R} - 6g\omega^2 \cos^2 \lambda + 4R\omega^4 \right\} + \dots \\ \zeta &= -\frac{1}{2} G l^2 + \frac{l^4}{24} \frac{g}{G} \left\{ -\frac{2g^2}{R} + \left[7g\omega^2 - 5R\omega^4 + 3 \frac{R^2 \omega^6}{g} \right] \cos^2 \lambda - 3R\omega^4 \cos^4 \lambda \right\} + \\ &\quad + \frac{l^6}{720} \frac{g}{G} \left\{ -22 \frac{g^3}{R^2} + \left[70 \frac{\omega^2 g^2}{R} + 23g\omega^4 - 5 \frac{R^2 \omega^8}{g} \right] \cos^2 \lambda + \right. \\ &\quad \left. + \left[-102g\omega^4 - 9R\omega^6 \right] \cos^4 \lambda + 45R\omega^6 \cos^6 \lambda \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

§ 7. *Рѣшеніе задачи по третьему способу (формулы (5)).* При рѣшеніи задачи о траекторіи точки, падающей съ высоты h (второе предположеніе относительно начальныхъ условій), наиболее удобными являются уравненія (5), принимающія въ рассматриваемомъ случаѣ видъ:

$$\begin{aligned}\xi'' &= 2\omega \sin \Lambda \eta' + \omega^2 \sin^2 \Lambda \xi + \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \zeta - g \frac{R^2}{r^3} [\xi + R \sin (\Lambda - \lambda)] + \\ &\quad + R \omega^2 \cos \lambda \sin \Lambda \\ \eta'' &= -2\omega \sin \Lambda \xi' - 2\omega \cos \Lambda \zeta' + \omega^2 \eta - g \frac{R^2}{r^3} \eta \\ \zeta'' &= 2\omega \cos \Lambda \eta' + \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \xi + \omega^2 \cos^2 \Lambda \zeta - g \frac{R^2}{r^3} [\zeta + R \cos (\Lambda - \lambda)] + \\ &\quad + R \omega^2 \cos \lambda \cos \Lambda\end{aligned}$$

Изъ нихъ послѣдовательнымъ дифференцированіемъ находимъ:

$$\begin{aligned}\xi''' &= 2\omega \sin \Lambda \eta'' + \omega^2 \sin^2 \Lambda \xi' + \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \zeta' - g R^2 \left\{ \frac{\xi'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} [\xi + R \sin (\Lambda - \lambda)] \right\} \\ \eta''' &= -2\omega \sin \Lambda \xi'' - 2\omega \cos \Lambda \zeta'' + \omega^2 \eta' - g R^2 \left\{ \frac{\eta'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} \eta \right\} \\ \zeta''' &= 2\omega \cos \Lambda \eta'' + \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \xi' + \omega^2 \cos^2 \Lambda \zeta' - g R^2 \left\{ \frac{\zeta'}{r^3} - 3 \frac{r'}{r^4} [\zeta + R \cos (\Lambda - \lambda)] \right\} \\ \xi^{iv} &= 2\omega \sin \Lambda \eta''' + \omega^2 \sin^2 \Lambda \xi'' + \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \zeta'' - g R^2 \left\{ \frac{\xi''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} \frac{\xi'}{r} + \right. \\ &\quad \left. + 12 \frac{r'^2}{r^5} [\xi + R \sin (\Lambda - \lambda)] - 3 \frac{r''}{r^4} [\xi + R \sin (\Lambda - \lambda)] \right\} \\ \eta^{iv} &= -2\omega \sin \Lambda \xi''' - 2\omega \cos \Lambda \zeta''' + \omega^2 \eta'' - g R^2 \left\{ \frac{\eta''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} \frac{\eta'}{r} + 12 \frac{r'^2}{r^5} \eta - 3 \frac{r''}{r^4} \eta \right\} \\ \zeta^{iv} &= 2\omega \cos \Lambda \eta''' + \omega^2 \sin \Lambda \cos \Lambda \xi'' + \omega^2 \cos^2 \Lambda \zeta'' - g R^2 \left\{ \frac{\zeta''}{r^3} - 6 \frac{r'}{r^4} \frac{\zeta'}{r} + \right. \\ &\quad \left. + 12 \frac{r'^2}{r^5} [\zeta + R \cos (\Lambda - \lambda)] - 3 \frac{r''}{r^4} [\zeta + R \cos (\Lambda - \lambda)] \right\}\end{aligned}$$

Пользуясь начальными условіями

$$\begin{aligned}\xi_0 &= 0 & \xi'_0 &= 0 \\ \eta_0 &= 0 & \eta'_0 &= 0 \\ \zeta_0 &= h & \zeta'_0 &= 0,\end{aligned}$$

получаемъ:

$$\begin{aligned}\xi''_0 &= \omega^2 h \sin \Lambda \cos \Lambda + \omega^2 R \cos \lambda \sin \Lambda - g \frac{R^3}{r_0^3} \sin (\Lambda - \lambda) \\ \eta''_0 &= 0 \\ \zeta''_0 &= \omega^2 h \cos^2 \Lambda + \omega^2 R \cos \lambda \cos \Lambda - g \frac{R^3}{r_0^3} [h + R \cos (\Lambda - \lambda)]\end{aligned}$$

$$\xi_0''' = 0$$

$$\eta_0''' = 2g\omega \left(\frac{R}{r_0}\right)^3 \cos \lambda - 2\omega^3 R \cos \lambda + 2g\omega \frac{R^2 h}{r_0^3} \cos \Lambda - 2\omega^3 h \cos \Lambda$$

$$\zeta_0''' = 0$$

$$\begin{aligned} \xi_0^{iv} = & 2g\omega^2 \left(\frac{R}{r_0}\right)^3 \cos \lambda \sin \Lambda - 3R\omega^4 \cos \lambda \sin \Lambda + 3g\omega^2 \left(\frac{R}{r_0}\right)^5 \cos^2 \lambda \sin (\Lambda - \lambda) + \\ & + \frac{g^2}{r_0} \left(\frac{R}{r_0}\right)^5 \sin (\Lambda - \lambda) - \frac{3g^2}{r_0} \left(\frac{R}{r_0}\right)^7 \sin (\Lambda - \lambda) - 3\omega^4 h \sin \Lambda \cos \Lambda + \\ & + 2g\omega^2 \left(\frac{R}{r_0}\right)^2 \frac{h}{r_0} (\sin \Lambda \cos \Lambda + 3 \cos \lambda \cos \Lambda \sin (\Lambda - \lambda)) - \\ & - \frac{6g^2}{r_0} \left(\frac{R}{r_0}\right)^6 \frac{h}{r_0} \sin (\Lambda - \lambda) \cos (\Lambda - \lambda) + 3g\omega^2 \left(\frac{R}{r_0}\right)^3 \left(\frac{h}{r_0}\right)^2 \cos^2 \Lambda \sin (\Lambda - \lambda) - \\ & - \frac{3g^2}{r_0} \left(\frac{R}{r_0}\right)^5 \left(\frac{h}{r_0}\right)^2 \end{aligned}$$

$$\eta_0^{iv} = 0$$

$$\zeta_0^{iv} = \dots\dots\dots$$

Замѣчая, что отношеніе $\frac{h}{R}$ есть для обычныхъ случаевъ паденія вблизи земной поверхности малая величина, разлагаемъ $r_0 = \sqrt{R^2 + 2Rh \cos (\Lambda - \lambda) + h^2}$ въ рядъ по степенямъ $\frac{h}{R}$. Въ такомъ случаѣ формулы, служащія для опредѣленія Ξ , Υ и Z приобретаютъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} \Xi = & \frac{t^2}{2} \frac{h}{R} \left\{ \omega^2 R \sin \Lambda \cos \Lambda + 3g \sin (\Lambda - \lambda) \cos (\Lambda - \lambda) - \right. \\ & - g \sin (\Lambda - \lambda) \frac{h}{R} \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] + \dots \left. \right\} + \\ & + \frac{t^4}{24} \left\{ -3 \frac{g}{G} \omega^4 R \sin^3 \lambda \cos \lambda + \dots \right\} + \dots \\ \Upsilon = & \frac{t^3}{6} \left\{ 2\omega G \cos \Lambda + \frac{h}{R} \left[\left(-\frac{4g^2 \omega}{G} - \frac{4gR\omega^3}{G} + \frac{2R^2 \omega^5}{G} \right) \cos \lambda - \right. \right. \\ & \left. \left. - 6gR \frac{\omega^3}{G} \cos^3 \lambda \right] + \dots \right\} + \dots \\ Z = & \frac{t^2}{2} \left\{ -G + \frac{h}{R} [2g + \omega^2 R \cos^2 \Lambda - 3g \sin^2 (\Lambda - \lambda)] + \dots \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

§ 8. Измѣненіе направленія вертикальной линіи и ускоренія силы тяжести съ поднятіемъ надъ поверхностью земли. Въмѣсто полученныхъ формулъ (22) можно воспользоваться нѣсколько иными, если ввести въ разсмотрѣніе зависимость между Ξ , Υ и Z и ξ , η и ζ . Формулами (14) опредѣляется географическая широта Λ и ускореніе силы тяжести G въ нижней точкѣ траекторіи (началѣ координатъ $\Xi \Upsilon Z$). На высотѣ h надъ этою точкой

тѣ же величины имѣють нѣсколько нѣкихъ значеній Λ_1 и G_1 , для вычисленія которыхъ слѣдуетъ въ формулахъ (14) замѣнить R и λ соответствующими верхней точкѣ величинами R_1 и λ_1 по формуламъ

$$\begin{aligned} R_1 \sin \lambda_1 &= R \sin \lambda + h \sin \Lambda \\ R_1 \cos \lambda_1 &= R \cos \lambda + h \cos \Lambda. \end{aligned}$$

Такимъ образомъ, принимая во вниманіе, что и g мѣняется съ измѣненіемъ разстоянія отъ центра земли, получаемъ формулы:

$$\begin{aligned} G_1 \sin \Lambda_1 &= g R^2 \frac{R \sin \lambda + h \sin \Lambda}{[R^2 + 2 R h \cos (\Lambda - \lambda) + h^2]^{\frac{3}{2}}} \\ G_1 \cos \Lambda_1 &= g R^2 \frac{R \cos \lambda + h \cos \Lambda}{[R^2 + 2 R h \cos (\Lambda - \lambda) + h^2]^{\frac{3}{2}}} - \omega^2 R \cos \lambda - \omega^2 h \cos \Lambda \end{aligned}$$

изъ которыхъ, разлагая въ ряды по степенямъ $\frac{h}{R}$, находимъ выраженія:

$$\left. \begin{aligned} G_1 \sin (\Lambda_1 - \Lambda) &= \omega^2 h \sin \Lambda \cos \Lambda + g \frac{h}{R} \left\{ 3 \sin (\Lambda - \lambda) \cos (\Lambda - \lambda) \right\} - \\ &\quad - g \left(\frac{h}{R} \right)^2 \sin (\Lambda - \lambda) \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] + \dots \\ G_1 \cos (\Lambda_1 - \Lambda) &= G - \omega^2 h \cos^2 \Lambda + g \frac{h}{R} \left\{ 1 - 3 \cos^2 (\Lambda - \lambda) \right\} - \\ &\quad - g \left(\frac{h}{R} \right)^2 \left\{ 3 \cos (\Lambda - \lambda) - \cos (\Lambda - \lambda) \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

Зависимость между координатами, получающимися при двухъ разныхъ предположеніяхъ относительно начальныхъ условій движенія, имѣетъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} \Xi &= \xi \cos (\Lambda_1 - \Lambda) - \zeta \sin (\Lambda_1 - \Lambda) \\ \Upsilon &= \eta \\ Z &= h + \xi \sin (\Lambda_1 - \Lambda) + \zeta \cos (\Lambda_1 - \Lambda) \end{aligned} \right\} \quad (24).$$

Значенія ξ , η и ζ получаются по формуламъ (21) съ тою разницею, что всѣ фигурирующія въ нихъ величины должны быть отнесены къ верхней части траекторіи, находящейся на высотѣ h , а не къ началу координатъ $\Xi \Upsilon Z$ (земной поверхности), какъ въ выраженіяхъ (22).

§ 9. *Случай паденія тѣла въ шахту.* Въ томъ случаѣ, когда разсматривается движеніе точки не надъ земной поверхностью, какъ выше, а въ шахтѣ, прорытой въ самой землѣ, результаты получаются нѣсколько

отличающіеся отъ предыдущихъ. Предполагая попрежнему землю сферической и однородной, находимъ дифференціальныя уравненія абсолютнаго движенія

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} &= -\frac{g}{R} x \\ \frac{d^2 y}{dt^2} &= -\frac{g}{R} y \\ \frac{d^2 z}{dt^2} &= -\frac{g}{R} z \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

которыя и интегрируемъ разложениемъ въ ряды по степенямъ времени при начальныхъ условіяхъ

$$\begin{aligned} x_0 &= R \cos \lambda & x'_0 &= 0 \\ y_0 &= 0 & y'_0 &= R \omega \cos \lambda \\ z_0 &= R \sin \lambda & z'_0 &= 0, \end{aligned}$$

соотвѣствующихъ первому предположенію.

Поступая совершенно такъ же, какъ при разсмотрѣніи вопроса о движеніи надъ поверхностью земли, получаемъ

$$\left. \begin{aligned} \xi &= +\frac{t^4}{8} \omega^2 G \sin \Lambda \cos \Lambda - \frac{t^6}{144} \omega^2 \left(\frac{2g}{R} + \omega^2 \right) G \sin \Lambda \cos \Lambda + \dots \\ \eta &= +\frac{t^3}{3} \omega G \cos \Lambda - \frac{t^5}{30} \omega \left(\frac{g}{R} + \omega^2 \right) G \cos \Lambda + \dots \\ \zeta &= -\frac{1}{2} G t^2 + \frac{t^4}{24} \left[\frac{gG}{R} + 3\omega^2 G \cos^2 \Lambda \right] - \\ &\quad - \frac{t^6}{720} \left(\frac{g^2 G}{R^2} + 5\omega^2 \left[\frac{2g}{R} + \omega^2 \right] G \cos^2 \Lambda \right) + \dots \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

При второмъ предположеніи относительно начальныхъ условій получаемъ:

$$\left. \begin{aligned} \Xi &= \frac{t^2}{2} \frac{h}{R} \left\{ \omega^2 R \sin \Lambda \cos \Lambda + 3g \sin (\Lambda - \lambda) \cos (\Lambda - \lambda) - \right. \\ &\quad \left. - g \sin (\Lambda - \lambda) \frac{h}{R} \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] + \dots \right\} + \\ &\quad + \frac{t^4}{24} \left\{ 3\omega^2 G \sin \Lambda \cos \Lambda + \dots \right\} + \dots \\ \Upsilon &= \frac{t^3}{6} \left\{ 2\omega G \cos \Lambda + \frac{h}{R} \left[\left(-\frac{4g^2 \omega}{G} - \frac{4g R \omega^2}{G} + \frac{2R^2 \omega^5}{G} \right) \cos \lambda - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - 6g R \frac{\omega^3}{G} \cos^3 \lambda \right] + \dots \right\} + \dots \\ Z &= \frac{t^2}{2} \left\{ G + \frac{h}{R} \left[2g + \omega^2 R \cos^2 \Lambda - 3g \sin^2 (\Lambda - \lambda) \right] + \dots \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (27).$$

Здѣсь величины R , λ , Λ и G относятся къ нижней точкѣ траекторіи (началу координатъ Ξ , Z Υ , находящемуся на глубинѣ h).

§ 10. Измѣненіе направленія вертикальной линіи и ускоренія силы тяжести съ опусканіемъ въ глубь земли. Потенціалъ силы тяжести W , зависящей отъ протяженія и вращенія земли въ данномъ случаѣ внутри земли опредѣляется формулою

$$W = -\frac{1}{2} \frac{g}{R} (X^2 + Y^2 + Z^2) + \frac{1}{2} \omega^2 (X^2 + Y^2).$$

Найдя частныя производныя W по X и Z и полагая $Y=0$, получаемъ слагающія полного ускоренія силы тяжести

$$G \sin \Lambda = \frac{\partial W}{\partial Z} = -\frac{g}{R} Z$$

$$G \cos \Lambda = \frac{\partial W}{\partial X} = -\left(\frac{g}{R} - \omega^2\right) X.$$

Для поверхности земли $X=R \cos \lambda$; $Z=R \sin \lambda$; для точки на глубинѣ H

$$X = R \cos \lambda - H \cos \Lambda$$

$$Z = R \sin \lambda - H \sin \Lambda,$$

и для опредѣленія соответствующихъ этой глубинѣ величинъ G_1 и Λ_1 имѣемъ равенства:

$$\left. \begin{aligned} G_1 \sin \Lambda_1 &= \frac{g}{R} [R \sin \lambda - H \sin \Lambda] \\ G_1 \cos \Lambda_1 &= \left(\frac{g}{R} - \omega^2\right) [R \cos \lambda - H \cos \Lambda] \\ G_1 \sin (\Lambda_1 - \Lambda) &= -\omega^2 H \sin \Lambda \cos \Lambda \\ G_1 \cos (\Lambda_1 - \Lambda) &= G - \frac{g}{R} H + \omega^2 H \cos^2 \Lambda \end{aligned} \right\} \quad (28).$$

Искомыя Ξ , Υ и Z опредѣляются формулами (24). Координаты ξ , η и ζ находятся изъ выражений (26), въ которыхъ всѣ величины отнесены къ поверхности земли.

Глава III. Болѣе общій случай.

§ 11. Рѣшеніе задачи въ болѣе общемъ случаѣ. Въ предыдущей главѣ былъ рассмотрѣнъ случай движенія точки подѣ вліяніемъ силы притяженія землей, имѣющей потенціалъ

$$V = \frac{gR^2}{r}$$

и полный потенциалъ силы тяжести

$$W = \frac{gR^2}{r} + \frac{1}{2} \omega^2 r^2 \cos^2 \lambda.$$

Эти выраженія представляютъ только первое приближеніе въ томъ случаѣ, если не считать землю сферической и однородной, болѣе же точное выраженіе имѣетъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{\alpha}{r} + \frac{\beta}{2r^3} (1 - 3 \sin^2 \lambda) \\ W &= \frac{\alpha}{r} + \frac{\beta}{2r^3} (1 - 3 \sin^2 \lambda) + \frac{1}{2} \omega^2 r^2 \cos^2 \lambda \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

гдѣ α и β — постоянныя; α зависитъ отъ массы земли, β отъ моментовъ инерціи относительно экваторіальной и полярной осн. Распрежденіе массъ предполагается симметричнымъ относительно оси вращенія земли.

Изъ уравненій (29) получаемъ частныя производныя W :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial X} &= \frac{X}{r} \left\{ -\frac{\alpha}{r^2} + \frac{\beta}{r^4} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda \right) \right\} + \omega^2 X \\ \frac{\partial W}{\partial Y} &= \frac{Y}{r} \left\{ -\frac{\alpha}{r^2} + \frac{\beta}{r^4} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda \right) \right\} \\ \frac{\partial W}{\partial Z} &= \frac{Z}{r} \left\{ -\frac{\alpha}{r^2} + \frac{\beta}{r^4} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda \right) \right\} \end{aligned} \right\} \quad (30)$$

и формулы для опредѣленія географической широты Λ и ускоренія силы тяжести G :

$$\left. \begin{aligned} G \sin \Lambda &= \left\{ \frac{\alpha}{R^2} - \frac{3\beta}{R^4} + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \right\} \sin \lambda \\ G \cos \Lambda &= \left\{ \frac{\alpha}{R^2} - \frac{6\beta}{R^4} - \omega^2 R + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \right\} \cos \lambda \\ G \sin (\Lambda - \lambda) &= \left\{ \frac{3\beta}{R^4} + \omega^2 R \right\} \sin \lambda \cos \lambda \\ G \cos (\Lambda - \lambda) &= \frac{\alpha}{R^2} - \frac{3\beta}{R^4} + \left\{ \frac{9}{2} \frac{\beta}{R^4} - \omega^2 R \right\} \cos^2 \lambda \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

Дифференціальныя уравненія (3) въ этомъ случаѣ принимаютъ видъ:

$$\left. \begin{aligned} X'' &= 2\omega Y' + \omega^2 X - \frac{\alpha X}{r^3} + \frac{\beta X}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda \right) \\ Y'' &= -2\omega X' + \omega^2 Y - \frac{\alpha Y}{r^3} + \frac{\beta Y}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda \right) \\ Z'' &= -\frac{\alpha Z}{r^3} + \frac{\beta Z}{r^5} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda \right) \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

Изъ нихъ находимъ послѣдовательнымъ дифференцированиемъ:

$$X''' = 2\omega Y'' + \omega^2 X' - \frac{\alpha X'}{r^3} + 3\alpha \frac{Xr'}{r^4} + \frac{\beta X'}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - 5\beta \frac{Xr'}{r^6} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + 15 \frac{\beta X}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda'$$

$$Y''' = -2\omega X'' + \omega^2 Y' - \frac{\alpha Y'}{r^3} + 3\alpha \frac{Yr'}{r^4} + \frac{\beta Y'}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - 5\beta \frac{Yr'}{r^6} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + 15 \frac{\beta Y}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda'$$

$$Z''' = -\frac{\alpha Z'}{r^3} + 3\alpha \frac{Zr'}{r^4} + \frac{\beta Z'}{r^5} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - 5\beta \frac{Zr'}{r^6} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + 15 \frac{\beta Z}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda'$$

$$X^{IV} = 2\omega Y''' + \omega^2 X'' - \frac{\alpha X''}{r^3} + 6\alpha \frac{X'r'}{r^4} + 3\alpha \frac{Xr''}{r^4} - 12\alpha \frac{Xr'^2}{r^5} + \frac{\beta X''}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - 10\beta \frac{X'r'}{r^6} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + 30\beta \frac{X'}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda' - 5\beta \frac{Xr''}{r^6} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + \\ + 30\beta \frac{Xr'^2}{r^7} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - 150\beta \frac{Xr'}{r^6} \sin \lambda \cos \lambda \lambda' + 15 (\cos^2 \lambda - \sin^2 \lambda) \frac{\beta X}{r^5} \lambda'^2 + \\ + 15 \frac{\beta X}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda''$$

$$Y^{IV} = -2\omega X''' + \omega^2 Y'' - \frac{\alpha Y''}{r^3} + 6\alpha \frac{Y'r'}{r^4} + 3\alpha \frac{Yr''}{r^4} - 12\alpha \frac{Yr'^2}{r^5} + \frac{\beta Y''}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - 10\beta \frac{Y'r'}{r^6} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + 30\beta \frac{Y'}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda' - 5\beta \frac{Yr''}{r^6} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + \\ + 30\beta \frac{Yr'^2}{r^7} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - 150\beta \frac{Yr'}{r^6} \sin \lambda \cos \lambda \lambda' + 15 (\cos^2 \lambda - \sin^2 \lambda) \frac{\beta Y}{r^5} \lambda'^2 + \\ + 15 \frac{\beta Y}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda''$$

$$Z^{IV} = -\frac{\alpha Z''}{r^3} + 6\alpha \frac{Z'r'}{r^4} + 3\alpha \frac{Zr''}{r^4} - 12\alpha \frac{Zr'^2}{r^5} + \frac{\beta Z''}{r^5} \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - 10\beta \frac{Z'r'}{r^6} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + 30\beta \frac{Z'}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda' - 5\beta \frac{Zr''}{r^6} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + \\ + 30\beta \frac{Zr'^2}{r^7} \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - 150\beta \frac{Zr'}{r^6} \sin \lambda \cos \lambda \lambda' + 15 (\cos^2 \lambda - \sin^2 \lambda) \frac{\beta Z}{r^5} \lambda'^2 + \\ + 15 \frac{\beta Z}{r^5} \sin \lambda \cos \lambda \lambda''$$

При начальных условиях

$$X_0 = R \cos \lambda \quad X'_0 = 0$$

$$Y_0 = 0 \quad Y'_0 = 0$$

$$Z_0 = R \sin \lambda \quad Z'_0 = 0$$

получаемъ

$$r'_0 = 0 \quad r''_0 = -\frac{\alpha}{R^2} + 3\frac{\beta}{R^4} - \frac{9}{2}\frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda + \omega^2 R \cos^2 \lambda$$

$$\lambda'_0 = 0 \quad R \cos \lambda \lambda''_0 = Z''_0 - r''_0 \sin \lambda$$

$$X''_0 = \omega^2 R \cos \lambda - \frac{\alpha}{R^2} \cos \lambda + \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) = -G \cos \lambda; \quad X'''_0 = 0$$

$$Y''_0 = 0 \quad Y'''_0 = 2\omega G \cos \lambda$$

$$Z''_0 = -\frac{\alpha}{R^2} \sin \lambda + \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) = -G \sin \lambda; \quad Z'''_0 = 0$$

$$X^{iv}_0 = 3\omega^2 G \cos \lambda + \frac{\alpha}{R^3} G \cos \lambda + \frac{3\alpha}{R^3} \cos \lambda r''_0 - \frac{\beta}{R^5} G \cos \lambda \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - \frac{5\beta}{R^5} \cos \lambda r''_0 \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + \frac{15\beta}{R^4} \sin \lambda \cos^2 \lambda \lambda''_0 =$$

$$= \left[-2\frac{\alpha^2}{R^5} + 27\frac{\alpha\beta}{R^7} - 54\frac{\beta^2}{R^9} + 2\frac{\alpha\omega^2}{R^2} - 12\frac{\beta\omega^2}{R^4} - 3\omega^4 R \right] \cos \lambda +$$

$$+ \left[-36\frac{\alpha\beta}{R^7} + \frac{225}{2}\frac{\beta^2}{R^9} + 3\frac{\alpha\omega^2}{R^2} - 30\frac{\beta\omega^2}{R^4} \right] \cos^3 \lambda + \left[-\frac{135}{2}\frac{\beta^2}{R^9} + \frac{105}{2}\frac{\beta\omega^2}{R^4} \right] \cos^5 \lambda$$

$$Y^{iv}_0 = 0$$

$$Z^{iv}_0 = \frac{\alpha}{R^3} G \sin \lambda + \frac{3\alpha}{R^3} \sin \lambda r''_0 - \frac{\beta}{R^5} G \sin \lambda \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) - \\ - \frac{5\beta}{R^5} \sin \lambda r''_0 \left(3 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right) + \frac{15\beta}{R^4} \sin^2 \lambda \cos \lambda \lambda''_0 =$$

$$= \left[-\frac{2\alpha^2}{R^5} + 18\frac{\alpha\beta}{R^7} - 36\frac{\beta^2}{R^9} \right] \sin \lambda + \left[-36\frac{\alpha\beta}{R^7} + 90\frac{\beta^2}{R^9} - 30\frac{\beta\omega^2}{R^4} + 3\frac{\alpha\omega^2}{R^2} \right] \cos^2 \lambda \sin \lambda +$$

$$+ \left[-\frac{135}{2}\frac{\beta^2}{R^9} + \frac{105}{2}\frac{\beta\omega^2}{R^4} \right] \cos^4 \lambda \sin \lambda$$

$$X^v_0 = 0$$

$$Y^v_0 = -2\omega X^{iv}_0 + \omega^2 Y'''_0 - \frac{\alpha}{R^3} Y'''_0 + \frac{\beta}{R^5} Y'''_0 \left(6 - \frac{15}{2} \cos^2 \lambda\right)$$

$$Z^v_0 = 0$$

Для искоемых координатъ ξ и ζ получены формулы, аналогичныя (21),

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \frac{t^4}{24} \frac{\sin \lambda \cos \lambda}{G} \left\{ \left[-\frac{3\alpha\omega^4}{R} + 3\frac{\alpha^2\beta}{R^9} + 9\frac{\alpha\beta^2}{R^{11}} - 54\frac{\beta^3}{R^{13}} + 9\frac{\beta\omega^4}{R^3} \right] + \right. \\ &\quad + \left[\frac{3\alpha\omega^4}{R} - 18\frac{\alpha\beta^2}{R^{11}} + \frac{135}{2}\frac{\beta^3}{R^{13}} - 12\frac{\alpha\beta\omega^2}{R^6} - 90\frac{\beta^2\omega^2}{R^8} - \frac{105}{2}\frac{\beta\omega^4}{R^3} \right] \cos^2 \lambda + \\ &\quad + \left[-\frac{135}{4}\frac{\beta^3}{R^{13}} + 40\frac{\beta^2\omega^2}{R^8} + \frac{105}{2}\frac{\beta\omega^4}{R^3} \right] \cos^4 \lambda \left. \right\} + \dots \\ \eta &= -\frac{t^3}{3} \omega G \cos \Lambda + \frac{t^5}{60} \frac{\omega}{R} \cos \lambda \left\{ \left[\frac{\alpha^2}{R^4} - 15\frac{\alpha\beta}{R^6} + 18\frac{\beta^2}{R^8} + 2R^2\omega^4 \right] + \right. \\ &\quad + \left[-3\frac{\alpha\omega^2}{R} + 21\frac{\alpha\beta}{R^6} - \frac{45}{2}\frac{\beta^2}{R^8} + 45\frac{\beta\omega^2}{R^3} \right] \cos^2 \lambda + \\ &\quad + \left[\frac{45}{4}\frac{\beta^2}{R^8} - \frac{105}{2}\frac{\beta\omega^2}{R^3} \right] \cos^4 \lambda \left. \right\} + \dots \\ \zeta &= -\frac{1}{2} G t^2 + \frac{t^4}{24} \frac{1}{G} \left\{ \left[-\frac{2\alpha^3}{R^7} + 24\frac{\alpha^2\beta}{R^9} - 90\frac{\alpha\beta^2}{R^{11}} + 108\frac{\beta^3}{R^{13}} \right] + \right. \\ &\quad + \left[+7\frac{\alpha^2\omega^2}{R^4} - 5\frac{\alpha\omega^4}{R} + 3R^2\omega^6 - 36\frac{\alpha^2\beta}{R^9} + 207\frac{\alpha\beta^2}{R^{11}} - \right. \\ &\quad - 324\frac{\beta^3}{R^{13}} - 90\frac{\alpha\beta\omega^2}{R^6} + 216\frac{\beta^2\omega^2}{R^8} + 30\frac{\beta\omega^4}{R^3} \left. \right] \cos^2 \lambda + \\ &\quad + \left[-3\frac{\alpha\omega^4}{R} - \frac{279}{2}\frac{\alpha\beta^2}{R^{11}} + 117\frac{\alpha\beta\omega^2}{R^6} + \frac{675}{2}\frac{\beta^3}{R^{13}} - 495\frac{\beta^2\omega^2}{R^8} + \frac{15}{2}\frac{\beta\omega^4}{R^3} \right] \cos^4 \lambda + \\ &\quad + \left[-135\frac{\beta^3}{R^{13}} + \frac{1415}{4}\frac{\beta^2\omega^2}{R^8} - \frac{105}{2}\frac{\beta\omega^4}{R^3} \right] \cos^6 \lambda \left. \right\} + \dots \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

Если въ этихъ формулахъ положить $\beta = 0$ и $\alpha = gR^2$, то получаемъ, какъ частный случай, формулы (21).

§ 12. Измѣненіе направленія вертикальной линіи и ускоренія силы тяжести съ поднятіемъ надъ поверхностью зсм.и. Формулы этого § являются обобщеніемъ формулъ § 8 и получаются изъ замѣны въ уравненіяхъ (31) величинъ $R \cos \lambda$, $R \sin \lambda$ и R^2 величинами $R_1 \cos \lambda_1$, $R_1 \sin \lambda_1$ и R_1^2 , получаемыми изъ равенствъ:

$$R_1 \cos \lambda_1 = R \cos \lambda + h \cos \Lambda$$

$$R_1 \sin \lambda_1 = R \sin \lambda + h \sin \Lambda$$

$$R_1^2 = R^2 + 2Rh \cos (\Lambda - \lambda) + h^2,$$

и разложеніемъ полученныхъ формулъ по степенямъ $\frac{h}{R}$. Такимъ образомъ получены выраженія:

$$\begin{aligned}
 G_1 \sin \Lambda_1 = G \sin \Lambda + \frac{h}{R} \left\{ -\frac{3z}{R^2} \sin \lambda \cos (\Lambda - \lambda) + 15 \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \cos (\Lambda - \lambda) - \right. \\
 - \frac{105}{2} \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \cos^2 \lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \frac{z}{R^2} \sin \Lambda - \frac{3\beta}{R^4} \sin \Lambda + \\
 + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \sin \Lambda + 15 \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \cos \lambda \cos \Lambda \left. \right\} + \\
 + \frac{h^2}{R^2} \left\{ \frac{z}{R^2} \sin \lambda \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] - \right. \\
 - \frac{3\beta}{R^4} \sin \lambda \left[\frac{35}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{5}{2} \right] + \\
 + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \cos^2 \lambda \left[\frac{63}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{7}{2} \right] - \\
 - 3 \frac{z}{R^2} \sin \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) + 15 \frac{\beta}{R^4} \sin \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) - \\
 - \frac{105}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \sin \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) - \\
 - 105 \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \cos \lambda \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \\
 \left. + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \sin \lambda \cos^2 \Lambda + 15 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \sin \Lambda \cos \Lambda \right\} + \dots \\
 G_1 \cos \Lambda_1 = G \cos \Lambda - \omega^2 h \cos \Lambda + \frac{h}{R} \left\{ -\frac{3z}{R^2} \cos \lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \right. \quad (34) \\
 + 30 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos (\Lambda - \lambda) - \frac{105}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^3 \lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \\
 + \frac{z}{R^2} \cos \Lambda - \frac{6\beta}{R^4} \cos \Lambda + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \cos \Lambda + \\
 \left. + 15 \frac{\beta}{R^4} \cos^3 \lambda \cos \Lambda \right\} + \\
 + \frac{h^2}{R^2} \left\{ \frac{z}{R^2} \cos \lambda \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] - \right. \\
 - \frac{6\beta}{R^4} \cos \lambda \left[\frac{35}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{5}{2} \right] + \\
 + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^3 \lambda \left[\frac{63}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{7}{2} \right] - \\
 - \frac{3z}{R^2} \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) + 30 \frac{\beta}{R^4} \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) - \\
 - \frac{105}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) - \\
 - 105 \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos^2 \Lambda + \\
 \left. + 15 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos^2 \Lambda \right\} + \dots
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 G_1 \sin (\Lambda_1 - \Lambda) = & \omega^2 h \sin \Lambda \cos \Lambda + \frac{h}{R} \left\{ \left[\frac{3\alpha}{R^2} - 15 \frac{\beta}{R^4} + \right. \right. \\
 & + \frac{105}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \left. \right] \sin (\Lambda - \lambda) \cos (\Lambda - \lambda) + \\
 & + 3 \frac{\beta}{R^4} \sin \Lambda \cos \Lambda - 15 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \sin (2\Lambda - \lambda) \left. \right\} + \\
 & + \frac{h^2}{R^2} \left\{ - \frac{\alpha}{R^2} \sin (\Lambda - \lambda) \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] + \right. \\
 & + \frac{3\beta}{R^4} \sin (\Lambda - \lambda) \left[\frac{35}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{5}{2} \right] - \\
 & - \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \sin (\Lambda - \lambda) \left[\frac{63}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{7}{2} \right] + \\
 & + \frac{3\beta}{R^4} \cos \lambda \sin \Lambda \left[\frac{35}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{5}{2} \right] - \\
 & - 15 \frac{\beta}{R^4} \sin \Lambda \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \\
 & + 105 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos \Lambda \sin (\Lambda - \lambda) \cos (\Lambda - \lambda) - \\
 & - \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \Lambda \sin (\Lambda - \lambda) \left. \right\} + \dots
 \end{aligned}
 \tag{34}$$

$$\begin{aligned}
 G_1 \cos (\Lambda_1 - \Lambda) = & G - \omega^2 h \cos^2 \Lambda + \frac{h}{R} \left\{ \frac{\alpha}{R^2} \left[1 - 3 \cos^2 (\Lambda - \lambda) \right] - \right. \\
 & - \frac{3\beta}{R^4} (1 + \cos^2 \Lambda) + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \left[1 - 7 \cos^2 (\Lambda - \lambda) \right] + \\
 & + 15 \frac{\beta}{R^4} \cos^2 (\Lambda - \lambda) + 30 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) \left. \right\} + \\
 & + \frac{h^2}{R^2} \left\{ \frac{\alpha}{R^2} \cos (\Lambda - \lambda) \left[\frac{15}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{3}{2} \right] - \right. \\
 & - \frac{3\beta}{R^4} \cos (\Lambda - \lambda) \left[\frac{35}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{5}{2} \right] + \\
 & + \frac{15}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \cos (\Lambda - \lambda) \left[\frac{63}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{7}{2} \right] - \\
 & - 3 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos \Lambda \left[\frac{35}{2} \cos^2 (\Lambda - \lambda) - \frac{5}{2} \right] - \\
 & - \left[\frac{3\alpha}{R^2} - 15 \frac{\beta}{R^4} + \frac{105}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \lambda \right] \cos (\Lambda - \lambda) + \\
 & + \frac{45}{2} \frac{\beta}{R^4} \cos^2 \Lambda \cos (\Lambda - \lambda) + \\
 & + 15 \frac{\beta}{R^4} \cos \lambda \cos \Lambda \left[1 - 7 \cos^2 (\Lambda - \lambda) \right] \left. \right\} + \dots
 \end{aligned}$$

Координаты Ξ , Υ и Z определяются, какъ и раньше, уравненіями (24).

Глава IV. Критика результатовъ, полученныхъ изслѣдователями вопроса о траекторіи свободнаго паденія тѣла. Численные примѣры.

§ 13. Работы Д. К. Бобылева и R. S. Woodward'a. Недостаточность предложеннаго Gauss'омъ рѣшенія разсматриваемаго вопроса выяс-
пена выше. Рѣшеніе Laplace'a не точнѣе, такъ какъ въ основныхъ диф-
ференціальвыхъ уравненіяхъ отброшены члены съ ω^2 . Рѣшеніе задачъ,
приведенное Д. К. Бобылевымъ, сводится къ нахожденію членовъ до t^4
включительно въ формулахъ (21). Полученный такимъ образомъ правильный
результатъ былъ нѣсколько ошибочно истолкованъ, такъ какъ авторъ не
дѣлаетъ разницы между значеніями координатъ ξ , η , ζ и Ξ , Υ и Z . Болѣе
серьезную ошибку сдѣлалъ Woodward. Онъ получилъ вполнѣ правильно
основныя дифференціальныя уравненія какъ абсолютнаго движенія, такъ и
относительнаго. Первыя выражены имъ въ абсолютныхъ полярныхъ коорди-
натахъ, вторыя тождественны съ уравненіями (3) настоящей работы. Для
потенціала V принято выраженіе (29), уравненія абсолютнаго движенія
интегрированы достаточно полно, но при нахожденіи относительныхъ ко-
ординатъ Ξ , Υ и Z допущена ошибка въ опредѣленіи вертикальной линіи.
Woodward опредѣляетъ ее не какъ перпендикуляръ къ поверхности равнаго
потенціала W , проходящей черезъ пизнюю точку траекторіи, какъ это
принято обычно и принималось въ предыдущихъ главахъ, а считаетъ ее
перпендикулярной къ поверхности земнаго эллипсоида, размѣры и сжатіе
котораго совершенно произвольно взяты по A. Clarke'у (1866 г.). Въ
приводимомъ имъ численномъ примѣрѣ разсматривается паденіе тѣла съ
высоты 490.24 met. подъ географической шпротой 45° , которой по приня-
тымъ элементамъ земнаго сфероида соотвѣтствуетъ геоцентрическая шпрота
 $\lambda = + 44^\circ 48' 19''.55$ и $\log R = 8.803967$, причемъ во всемъ дальнѣйшемъ
принимается CGS-система абсолютныхъ единицъ. Для α , β и ω онъ прини-
маетъ

$$\log \alpha = 20.6005325$$

$$\log \beta = 35.23728$$

$$\log \omega = 5.86285 - 10.$$

Если по этимъ даннымъ, пользуясь формулами (31), опредѣлить истинную
географическую шпроту, т. е. уголъ образованный съ плоскостью экватора
перпендикуляромъ къ поверхности равнаго потенціала, опредѣленной преды-
дущими значеніями R , λ , α , β и ω , то получается только $\Lambda = + 44^\circ 59' 47''.08$,
а не $\Lambda = 45^\circ$. Такимъ образомъ, если черезъ начальное положеніе точки

на высотѣ 490.24 met. провести дѣйствительную вертикальную линію и ту, которую Woodward считаетъ вертикальной, то эти прямыя, расположенныя обѣ въ плоскости меридіана, образуютъ между собой уголъ въ $12''.92$ и первая изъ нихъ пересѣкаетъ поверхность земли на 3.07 см. сѣвернѣе второй. Отсюда понятно, отчего Woodward получилъ значительное отклоненіе къ сѣверу (онъ нашелъ отклоненіе въ 3.03 см.). Въ дѣйствительности же тѣло отклонилось къ югу на $3.07 - 3.03 = 0.04$ см., что находится въ прекрасномъ согласіи съ тѣмъ, что даетъ для времени паденія $t = 10^s$ первый членъ формулы (22). Особой точности результатъ Woodward'a не имѣетъ, такъ какъ и число 3.03 см. получено имъ, какъ разность большихъ чиселъ; общихъ же формулъ, хотя бы подобныхъ (22), Woodward не даетъ. Подобный же результатъ (3.03 см.) былъ имъ полученъ по его второму способу, сводящемуся въ сущности къ тому, что точныя уравненія (3) замѣняются приближенными (ограничиваюсь случаемъ сферической, однородной земли):

$$X'' = 2\omega Y' + \left(\omega^2 - \frac{g}{R}\right) X$$

$$Y'' = -2\omega X' + \left(\omega^2 - \frac{g}{R}\right) Y$$

$$Z'' = \left(-\frac{g}{R}\right) Z.$$

Трактовать такимъ образомъ вопросъ — это значитъ не дѣлать разницы между движеніемъ тѣла надъ поверхностью земли и паденіемъ его въ шахту. На дѣлѣ это не могло сказаться при той точности результатовъ, на которую разсчитываетъ Woodward, такъ какъ формулы (22) и (27) показываютъ, что наиболѣе значительные члены съ t^2 въ этихъ случаяхъ одинаковы.

§ 14. Нѣкоторые численные примѣры. Вопросъ о траекторіи свободного паденія точки вполне рѣшенъ формулами (21), (22), (26), (27) и (33) которыя приведены къ такому виду, что примѣненіе ихъ на частномъ примѣрѣ требуетъ только подстановки въ нихъ численныхъ значений входящихъ величинъ. Полученіе формулъ, опредѣляющихъ движеніе тѣла внутри земли, предполагаемой не однородной и не сферической затрудняется тѣмъ, что результаты въ данномъ случаѣ въ значительной степени зависятъ отъ неизученнаго достаточно распредѣленія массъ внутри земли. Дѣлая то или иное предположеніе относительно распредѣленія потенциала подъ поверхностью земли, можно обобщить формулы (26) и (27) совершенно такъ-же, какъ это было сдѣлано съ формулами (21) и (22).

Въ качествѣ числового примѣра привожу результаты, полученные по формуламъ (21) и (22) для случая $t = 10^8$; $\lambda = 45^\circ$. Принимая при этомъ CGS-систему абсолютныхъ единицъ и полагая

$$\begin{aligned}\log \alpha &= \log [gR^2] = 20.600532 \\ \log R &= 8.803967 \\ \log \omega &= 5.862853 - 10\end{aligned}$$

находимъ

$$\begin{aligned}\log g &= 2.992598 \\ \Lambda &= 45^\circ 5' 55''.8 \\ G &= 981.412\end{aligned}$$

По формуламъ (21)

$$\begin{aligned}\xi \text{ (членъ съ } t^4) &= -56.36 \mu\mu \\ \xi \text{ (членъ съ } t^6) &= -2.24 \mu\mu \\ \hline \xi &= -58.6 \mu\mu \\ \eta \text{ (членъ съ } t^3) &= +16.8391 \text{ см.} \\ \eta \text{ (членъ съ } t^5) &= +0.0001 \text{ см.} \\ \hline \eta &= +16.8392 \text{ см.}\end{aligned}$$

По формуламъ (22), принимая

$$\begin{aligned}h &= 490.71 \text{ met.} \\ \Xi \text{ (членъ съ } t^2) &= +0.026124 \text{ см.} \\ \Xi \text{ (членъ съ } t^4) &= -0.000006 \text{ см.} \\ \hline \Xi &= +0.026118 \text{ см.}\end{aligned}$$

Такимъ образомъ при паденіи точки надъ поверхностью земли она въ теченіе 10^8 отклоняется отъ плоскости перваго вертикала начальной точки траекторіи къ полюсу на $59 \mu\mu$ (приблизительно одна десятая длины волны желтаго свѣта). Въ то же время (т. е. падая съ высоты 490 met.) она отклоняется отъ плоскости перваго вертикала нижней точки траекторіи къ экватору на четверть миллиметра.

Для того же времени паденія $t = 10^8$ вглубь земли получаемъ $\xi = +0.003262 \text{ см.}$, т. е. экваторіальное отклоненіе отъ плоскости пер-

ваго вертикала начала траекторіи, приблизительно въ 500 разъ большее, чѣмъ полярное отклоненіе въ предыдущемъ примѣрѣ.

Предполагая, что тѣло падаетъ въ шахту глубиной въ 2000 мет. получаемъ для соотвѣтствующаго времени $t = 20^{\circ}188$ по формулѣ (26) и (27) при остальныхъ величинахъ тѣхъ же, что и въ предыдущемъ примѣрѣ:

$$\xi = + 0.05418 \text{ см.}$$

$$\Lambda_1 - \Lambda = - 0''.11180$$

$$\Xi = + 0.16258 \text{ см.}$$

Слѣдовательно при паденіи въ шахту глубиной въ 2 километра точка отклоняется отъ плоскости перваго вертикала верхней точки траекторіи на полмиллиметра къ экватору. Въ то же время она отклоняется отъ плоскости перваго вертикала нижней точки траекторіи тоже къ экватору на 1.6 миллиметра.

Примѣненіе на практикѣ формулъ (33) и формулъ § 12 не представляетъ затрудненій. При этомъ можно полагать по R. S. Woodward'y

$$\log \alpha = 20.6005325$$

$$\log \beta = 35.23728,$$

но результаты практически мало зависятъ отъ того, считать ли землю сферической и однородной, или пользоваться болѣе общимъ случаемъ.

§ 15. Заключение. Резюмируя все сказанное въ предыдущихъ §§, приходимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ.

1. Вопросъ о видѣ кривой, описываемой точкой, падающей въ пустотѣ безъ начальной скорости вблизи земной поверхности оставался до послѣдняго времени нерѣшеннымъ, такъ какъ нѣкоторые авторы пользовались неточными уравненіями движенія, другіе неправильно опредѣляли положеніе вертикальной линіи.

2. Въ разсматриваемомъ вопросѣ слѣдуетъ отличать вертикальную линію и плоскость перваго вертикала въ верхней точкѣ траекторіи, соотвѣтствующей начальному положенію падающаго тѣла, отъ вертикальной линіи и плоскости перваго вертикала нижней точки траекторіи, въ которой кончается паденіе тѣла. Въ каждой точкѣ вертикальная линія опредѣляется, какъ проходящій черезъ начальное положеніе тѣла перпендикуляръ къ поверхности равнаго потенциала полной силы тяжести, проведенной черезъ разсматриваемую точку. Плоскость меридіана проходитъ черезъ ось вра-

щенія земли и начальное положеніе тѣла. Плоскость перваго вертикала проходитъ черезъ опредѣленную выше вертикальную линію и перпендикулярна къ плоскости меридіана.

3. Пользуясь приведенными въ предыдущемъ пунктѣ опредѣленіями, можно утверждать, что при паденіи точки надъ земной поверхностью она отклоняется отъ плоскости перваго вертикала верхней точки траекторіи *къ полюсу* и притомъ совершенно незначительно. Отноительно плоскости перваго вертикала нижней точки траекторіи она отклоняется болѣе замѣтно *къ экватору*.

4. При паденіи тѣла внутри земли (въ шахтѣ) оно отклоняется отъ плоскости перваго вертикала верхней точки траекторіи *къ экватору*. Отноительно плоскости перваго вертикала нижней точки траекторіи тоже *къ экватору*. При прочихъ равныхъ условіяхъ отклоненіе при паденіи въ шахту больше, чѣмъ при паденіи съ той же высоты надъ поверхностью земли.

5. Численныя значенія указанныхъ отклоненій нѣсколько мѣняются при переходѣ отъ предположенія, что земля однородный шаръ къ болѣе общему случаю.

НОВЫЯ ИЗДАВІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

(Выпущены въ свѣтъ въ апрѣлѣ 1916 года).

33) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серія. (Bulletin. VI Série). 1916. № 7, 15 апрѣля. Стр. 457—554. 1916. lex. 8°. — 1616 экз.

34) Труды Ботаническаго Музея Императорской Академіи Наукъ. (Travaux du Musée Botanique de l'Académie Impériale des Sciences de Petrograd). Выпускъ XV. Съ 5 табл. и 2 рис. въ текстѣ (I+IV+182 стр.). 1916. 8°. — 500 экз.
Цѣна 2 руб.; 2 rbl.

35) Труды Радіевой Экспедиціи Императорской Академіи Наукъ. № 3. Д. Бѣлянкинъ. Петрографическая карта Ильменскихъ горъ. (Съ приложеніемъ списка минеральныхъ коней Ильменскихъ горъ, составленнаго В. И. Крыжановскимъ и Е. Д. Ревуцкой (I+67 стр.+2 табл.+1 карта). 1915. lex. 8°. — 415 экз.
Цѣна 1 руб. 25 коп.; 1 rbl. 25 сор.

36) Матеріалы для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. 1. Русскія мѣсторожденія сукновальныхъ глинъ и близкихъ къ нимъ веществъ. А. Е. Ферсмана. (Съ аналитическими данными Ѳ. А. Николаевского). Изданіе второе, дополненное (I+23 стр.). 1916. 8°. — 2016 экз.

Цѣна 20 коп.; 20 сор.

37) Путеводитель по Музею Антропологии и Этнографіи имени Императора Петра Великаго. Этажъ III. Залъ 5. Археологія. Составилъ Б. Э. Петри (I+52 стр.). 1916. 8°. — 115 экз.
Цѣна 10 коп.

38) Словарь Русскаго языка, составленный Вторымъ Отдѣленіемъ Императорской Академіи Наукъ. Четвертаго тома выпускъ девятый. Кошоба — Крикунь (VI+I+столб. 2561—2880). 1916. lex. 8°. — 6015+50 вел. экз.

Цѣна 75 коп.; 75 сор.

39) Памятники древне-русской литературы. Выпускъ 2-й. Житія святыхъ мучениковъ Бориса и Глѣба и службы имъ. Приготовилъ къ печати Д. И. Абрамовичъ. Изданіе Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ (II+XXIII+II+1—26+II+27—66+II+67—204+I стр. 1916. lex. 8°—816.

Цѣна 2 руб.; 2 rbl.

40) Сборникъ Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ. Томъ XCV, № 1. Діалектологическіе матеріалы, собранные В. И. Тростянскимъ, И. С. Гришкнинымъ и др. Приготовилъ къ печати и снабдилъ примѣчаніями А. А. Шахматовъ (I+IV+158 стр.). 1916. 8°. — 665 экз.

Цѣна 1 руб. 50 коп.; 1 rbl. 50 сор.

41) Сборникъ Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ. Томъ XCV, № 2. В. И. Тростянской. Къ изученію мѣстныхъ говоровъ въ Воронежской губерніи (II+28 стр.). 1916. 8°. — 665 экз.

Цѣна 30 коп.; 30 сор.

Оглавление. — Sommaire.

	СТР.		PAG.
Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	555	*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	555
Приложеніе: Инструкція для регистраціи коллекцій въ Музеѣ Антропологии и Этнографіи имени Императора Петра Великаго	578	*Appendice: Instruction pour enregistrer les collections du Musée d'Anthropologie et d'Ethnographie.	578
Доклады о научныхъ трудахъ:		Comptes-Rendus:	
В. П. Дробовъ. Матеріалы къ систематикѣ сибирскихъ представителей рода <i>Agropyron</i> Gaertn.	581	*V. Drobov. Contributions à l'étude des espèces sibériennes du genre <i>Agropyron</i> Gaertn.	581
С. С. Ганешинъ. Сезонныя расы <i>Melampyrum nemorosum</i> L. (Съ 3 таблицами рисунковъ)	581	*S. S. Ganešin. Les races de saison de <i>Melampyrum nemorosum</i> L. (Avec 3 planches)	581
В. Дробовъ. Новыя растенія для флоры Туркестана. (Съ 2 таблицами рисунковъ)	582	*V. Drobov. Nouvelles plantes du Turkestan. (Avec 2 planches).	582
Статьи:		Mémoires:	
• П. П. Лазаревъ. О вліяніи давленія кислорода на скорость выцвѣтанія красокъ въ видимомъ спектрѣ.	583	*P. Lazarev. Le rôle de la pression d'oxygène sur la vitesse de la décoloration des couleurs dans le spectre visible.	583
*А. М. Ляпуновъ. Новыя соображенія, относящіяся къ теоріи производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія въ случаѣ однородной жидкости. Часть вторая	589	A. Liapounoff (Liapunov). Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène. Seconde partie.	589
Л. Л. Ивановъ. Кальцитъ, кварцъ и прохлоритъ съ Кавказа.	621	*L. Ivanov. Sur le calcite, quartz et prochlorite du Caucase.	621
*В. А. Стекловъ. Теорема замкнутости для полиномовъ Чебышева-Лягерра.	633	W. Stekloff (V. Steklov). Théorème de fermeture pour les polynomes de Tchébychef-Laguerre.	633
М. А. Вильевъ. Изслѣдованіе траекторій свободно падающаго въ пустотѣ тѣла.	643	*M. Viljev. Recherches sur la trajectoire du corps libre tombant dans le vide.	643
Новыя изданія	672	*Publications nouvelles.	672

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Апрѣль 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Ольденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).

1916.

4505

NOV 29 1912

№ 9.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

15 МАЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

15 MAI.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI серия) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое июня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ примѣрно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятомъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Ответственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ трехдневный срокъ; если корректура не возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ внѣ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимаетъ на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соотвѣтствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задержать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти оттисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать оттиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ оттисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ оттисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ рассылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ рассылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учрежденіямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у коммисіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

Развитіе дыхательной полости у *Salpa fusiformis*.

В. В. Заленскаго.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 2 марта 1916 г.).

Въ восьмидесятихъ годахъ существовалъ взглядъ, по которому дыхательная полость развивается у салпы изъ одной полости, которую называли первичною пищеварительною полостью и которая раздѣляется потомъ на клоакальную и глоточную полости. Этого взгляда придерживался и я въ своихъ изслѣдованіяхъ¹. Въ девятидесятыхъ годахъ, благодаря изслѣдованіямъ Тодаро², отказавшагося отъ своихъ прежнихъ воззрѣній, Брукса³ и Гейдера⁴, было доказано, что дыхательная полость салпы, такъ же какъ и асцидий, образуется изъ двухъ отдѣльныхъ зачатковъ: клоаки и глотки, которыя въ послѣдствіи соединяются другъ съ другомъ прорывающимися въ ихъ стѣнкахъ жаберными щелями. Въ настоящее время этотъ фактъ можно считать вполне установленнымъ. И въ недавно напечатанной, но еще не вышедшей въ свѣтъ своей работѣ о развитіи *S. zonaria* собственными наблюденіями убѣдился въ совершенной правильности этого взгляда.

Въ частности, по отношенію къ развитію дыхательной полости у *S. fusiformis* Гейдеромъ⁴ и Коротневымъ⁵ было доказано, что клоакальная полость образуется гораздо раньше глоточной полости. Вполнѣ соглашаясь

¹ W. Salensky. Neue Untersuchungen über die embryonale Entwicklung der Salpen (Mittheil. aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. IV).

² Fr. Todaro. Sul omologia della branchia delle Salpe un quelle degli altri tunicati (Rend. Acad. Lincei Ser. 4, Vol. 4).

³ W. K. Brooks. The origin of the organs of Salpa (John Hopkins University Circular Vol. XII), а также The Genus Salpa (Memoirs from the Biological Laboratory of John Hopkins University 1893).

⁴ K. Heider. Beiträge zur Embryologie von *Salpa fusiformis* Cuv. (Abhandl. der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft B. XVIII. 1895) и другія мелкія статьи.

⁵ A. Korotneff. Zur Embryologie von *Salpa runcinata-fusiformis* (Zeitschr. für wiss. Zoologie. Bd. LXII).

съ этимъ, какъ я показалъ уже въ своей статьѣ о зародышевыхъ листахъ *S. fusiformis* (Изв. Акад. Наукъ. № 7 1916 г.), я расхожусь однако съ названными учеными въ существенныхъ чертахъ.

Во 1-хъ, я въ цитированной сейчасъ работѣ своей показалъ, что оба зачатка дыхательной полости—клоака и глотка—образуются исключительно изъ каллимоцитовъ. Какимъ измѣненіямъ подвергаются потомъ стѣнки этихъ полостей, и насколько въ окончательномъ ихъ развитіи принимаютъ потомъ бластомеры,—объ этомъ я подробнѣе буду говорить въ одномъ изъ слѣдующихъ очерковъ. Гейдеръ, въ противоположность этому взгляду, считаетъ, что обѣ части дыхательной полости, съ самаго начала, образуются изъ бластомеръ. По моему же мнѣнію, бластомеры помѣщаются сначала внѣ зачатковъ клоакальной и глоточной полости.

Во 2-хъ, я показалъ, что клоакальная полость образуется не въ видѣ инвагинаціи эктодерма, какъ думаетъ Гейдеръ, а въ видѣ плотнаго зачатка, въ которомъ появляется маленькая полость, впоследствии вырастающая. Этотъ плотный зачатокъ клоаки я рассматриваю какъ энтодерму, а поэтому, по моимъ изслѣдованіямъ, клоака образуется не изъ эктодерма, какъ думаетъ Гейдеръ, а изъ энтодерма, что совершенно не противорѣчитъ образованію клоаки у другихъ туникатъ, напр., у асцидій, гдѣ она образуется и изъ эктодерма, и изъ энтодерма.

Въ 3-хъ, мои изслѣдованія относительно развитія глоточной полости находятся въ полномъ противорѣчій съ изслѣдованіями Гейдера, и это противорѣчіе объясняется тѣмъ, что Гейдеръ, во 1-хъ, не видѣлъ раннихъ стадій развитія глоточныхъ полостей, а, во 2-хъ, въ тѣхъ стадіяхъ, гдѣ онъ ихъ увидѣлъ, онъ ихъ принялъ за провизорныя образованія, амниональную полость, которой у сальпъ совершенно нѣтъ. Я же считаю эти первыя складки, которыя онъ называетъ амниональными складками, и амниональную полость за глоточныя складки, изъ которыхъ образуются глоточныя полости. Этотъ процессъ образованія глоточныхъ складокъ и соединенія ихъ въ одну глоточную полость составляетъ главную задачу теперешняго моего очерка. Описавъ затѣмъ сложный процессъ образованія глоточной полости, я постараюсь объяснить, въ чемъ заключается причина разногласія моего взгляда со взглядомъ Гейдера. Вмѣстѣ съ тѣмъ я укажу подробнѣе на особенности взгляда Гейдера и постараюсь подробнѣе уяснить значеніе разницы нашихъ мнѣній.

Прежде чѣмъ приступить къ описанію развитія глоточныхъ и клоакальной полостей, я напомнимъ топографическое расположеніе этихъ полостей въ той стадіи развитія, на которой мы остановились въ статьѣ объ образо

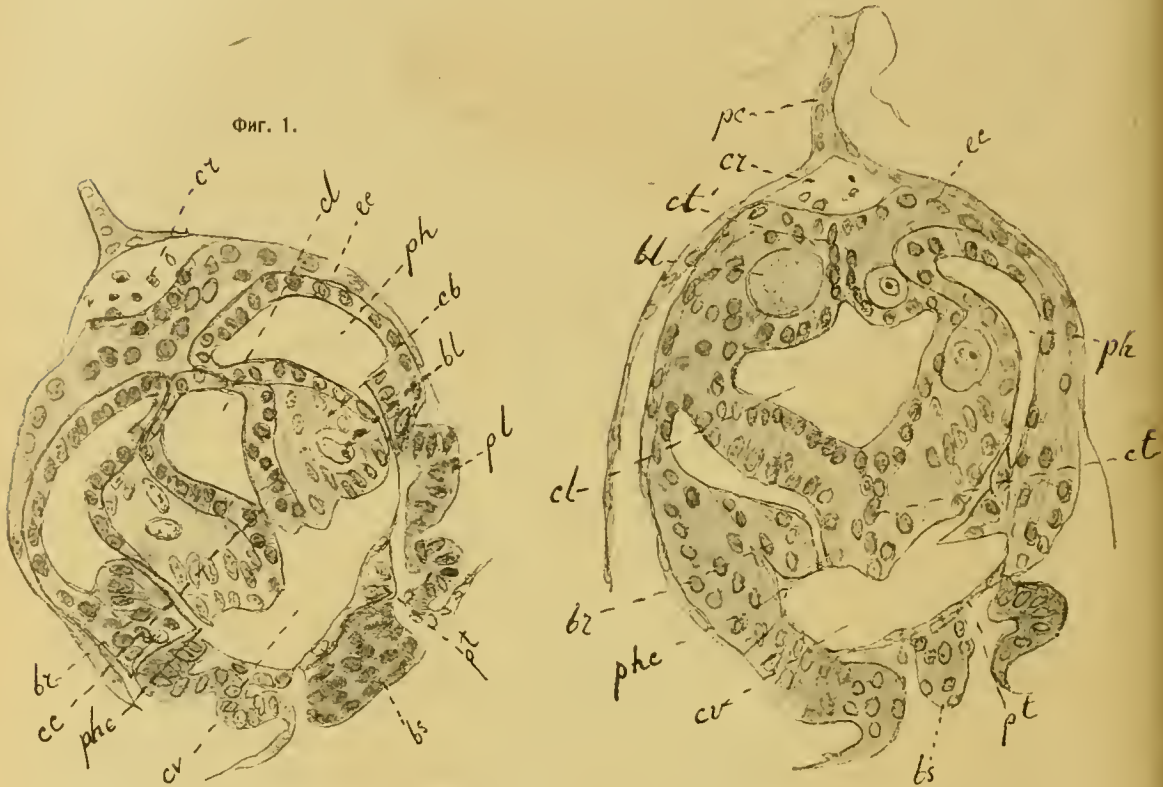
ваніи зародышевыхъ листовъ у *S. fusiformis* (ИАН. 1916. 503 сл.). Въ центральной части зародыша находится зачатокъ клоакальной полости грушевидной формы, дающій внизъ отростокъ, проходящій въ осевомъ направлении до нижней части мезодермальной массы, занятой глоточными полостями и ихъ соединительною пластинкой. Между этою послѣднею и крышею плаценты образуется полость, которая есть не что иное какъ прежняя полость яйцевой камеры, обпаружившаяся теперь вслѣдствіе того, что мезоэнтодермальная масса яйца, или «зачатокъ», какъ я ее называлъ, сокращается и поднимается вверхъ. Эту полость я видѣлъ и прежде у *S. pinnata* и *S. africana* и называлъ ее вторичною фолликулярною полостью. Съ тѣхъ поръ эмбриологи видѣли ее также и называли иначе: Бруксъ называлъ ее полостью тѣла (body cavity), Гейдеръ — амниональною полостью. Въ виду краткости и удобства я считаю болѣе удобнымъ удерживать названіе Брукса, вмѣсто моего прежняго, тѣмъ болѣе, что въ самомъ дѣлѣ эта полость играетъ въ послѣдствіи роль полости тѣла у зародыша.

Въ позднѣйшей изъ описанныхъ въ статьѣ о зародышевыхъ листахъ стадіи эта полость еще очень мала (ср. фиг. 8, помѣщенную въ этой статьѣ). Въ той стадіи, съ которой мы начнемъ теперь описаніе развитія глоточной полости (фиг. 1), она значительно увеличилась. Въ нее открывается посредникъ клоакальная полость своимъ каналомъ, но обѣимъ сторонамъ обѣ глоточныя складки. Послѣднія очень сильно выросли вверхъ и прикрываютъ своими верхними концами края клоакальной полости. Онѣ доходятъ почти до осевой части зародыша, но не сходятся другъ съ другомъ. Форма этихъ складокъ существенно измѣнилась во многихъ отношеніяхъ, и эти измѣненія имѣютъ важное значеніе для уразумѣнія дальнѣйшихъ процессовъ развитія; поэтому мы рассмотримъ ихъ подробно.

Центральная часть разрѣза занята клоакою (фиг. 1 *cl*), ограниченною эпителиемъ, состоящимъ изъ кубическихъ клѣтокъ. На разрѣзахъ, окрашенныхъ гематеиномъ Апати, ядра ихъ окрашиваются очень рѣзко. Эта полость имѣетъ грушевидную форму и состоитъ изъ расширенной верхней части, составляющей собственно клоакальную полость, и суженой нижней, имѣющей видъ канала и могущей быть названной клоакальнымъ каналомъ (*cc*). Этой послѣдней частью клоака открывается въ полость тѣла отверстіемъ, окруженнымъ толстыми валикообразными губами. Въ описываемомъ теперь разрѣзѣ стѣнки клоакальнаго канала уже тѣсно сближены между собою, хотя и не срослись. Въ слѣдующемъ, отстоящемъ отъ перваго всего на два разрѣза, т. е. на шесть микроновъ (фиг. 1 *A*), стѣнки клоакальнаго канала уже срослись, и на мѣстѣ канала ихъ находится шовъ, состоящій

изъ двухъ родовъ клѣтокъ, расположенныхъ въ осевомъ направленіи. Такой слѣдъ прежняго канала мы можемъ различить на нѣсколькихъ разрѣзахъ того же зародыша, а также на многихъ слѣдующихъ стадіяхъ развитія.

Фиг. 1 А.



Фиг. 1, 1А. Два поперечныхъ разрѣза зародыша въ той стадіи развитія, когда клоакальная полость (cl) и глоточная полость (ph) открываются въ полость тѣла (cv); на фиг. 1А нарисованъ разрѣзъ изъ той же серіи разрѣзовъ, прошедшій черезъ ту часть зародыша, въ которой стѣнки клоакальнаго канала (ce) срослись и на мѣстѣ канала виденъ шовъ (ct), какъ слѣдъ срастанія; ee — эктодермъ; cb — центральная ячеистая масса (мезодермъ съ бластомерами); bl — бластомера; pl — плацента; pt — крыша плаценты; bs — кроветворная почка; phe — каналъ глоточной полости, открывающійся въ полость тѣла; d' — остатокъ верхней осевой части энтодермы, являющейся въ первыхъ стадіяхъ образованія клоаки; cr — клѣтки, появляющіяся въ замкнутой полости клоакальныхъ складокъ, вѣроятно, остатокъ яйцевода; pc — гребень, происшедшій отъ срастанія клоакальныхъ складокъ (Zeiss. Apochr. Oc. 2 — Imm. 1,5).

Въ послѣдней стадіи развитія, описанной въ статьѣ о зародышевыхъ листахъ *S. fusiformis*, между клоакальною полостью и глоточными полостями находятся большія бластомеры (нижній рядъ бластомеръ) и небольшое количество каллимоцитовъ. Въ описываемой сейчасъ стадіи (фиг. 1) количество калли-

моцнѣе значительно увеличивается. Здѣсь мы можемъ различать каллимоциты, образующіе капсулу вокругъ бластомеръ, и другіе, заключающіеся между стѣнками клоакальной полости и глоточныхъ полостей. Между этими двумя органами находится, слѣдовательно, ткань, состоящая изъ каллимоцитовъ и бластомеръ. Происхожденіе этой ткани понятно изъ описанія раннихъ стадій развитія дыхательной полости; она образуется изъ мезоэнтодермальной ткани, внутри которой образуется зачатокъ клоаки (срав. фиг. 2 моей статьи о зародышевыхъ листахъ сальпы). Когда вся мезоэнтодермальная масса — назовемъ ее центральной клѣточной массой — отстаетъ отъ крыши плаценты вмѣстѣ съ зачатками клоаки и глотки, то она будетъ по прежнему окружать зачатокъ клоаки и раздѣлять его отъ зачатковъ глотки. Когда клоакальный каналъ замыкается, то шовъ его останется въ центральной массѣ этой мезоэнтодермальной ткани, какъ это видно на фиг. 1 А.

Гейдеръ¹ (стр. 412) описываетъ это отношеніе клоаки къ окружающимъ ея клѣткамъ иначе. Онъ полагаетъ, что въ томъ мѣстѣ, гдѣ происходитъ замыканіе клоаки, изъ губъ клоакальнаго углубленія, по его взгляду, изъ эктодермы, образуется скопленіе клѣтокъ, которое онъ считаетъ гомологомъ тому, которое Тодаро называетъ желточной почкой (*bottone vitellino*). Изъ этого скопленія клѣтокъ, по Гейдеру, образуется эндофарингеальный ячеистый стволъ (*Endopharyngealer Zellenstrang*) появляющійся потомъ въ глоткѣ, такъ какъ вокругъ этого скопленія клѣтокъ или ячеистой пробки (*Zellenpfropf*) закладывается, по его мнѣнію, зачатокъ глотки. Ничего подобнаго я не видѣлъ у *S. fusiformis*; такъ называемый эндофарингеальный стволъ образуется у нея другимъ путемъ, а мезоэнтодермальные клѣтки, окружающія клоаку и отдѣляющія ее отъ глотки, впоследствии становятся свободными и наполняютъ полость тѣла.

Слѣдуетъ упомянуть, что на фиг. 1 А въ верхней части зародыша также видны два ряда клѣтокъ, идущихъ въ осевомъ направленіи отъ верхней стѣнки клоаки вверхъ къ энтодерму, подобно шву, идущему внизъ и происшедшему отъ срастанія стѣнокъ клоакальнаго канала (фиг. 1 А). Они представляютъ остатокъ верхняго отдѣла осевой части зачатка клоаки, упомянутого въ статьѣ о зародышевыхъ листахъ *S. fusiformis* (ИАН. 1916. 503 сл.).

Весьма существенныя измѣненія замѣчаются также и въ глоточныхъ складкахъ на разрѣзѣ фиг. 1 и 1 А. Стѣнки верхней части этихъ полостей состоятъ изъ эпителия, совершенно похожаго на эпителий клоакальной стѣнки.

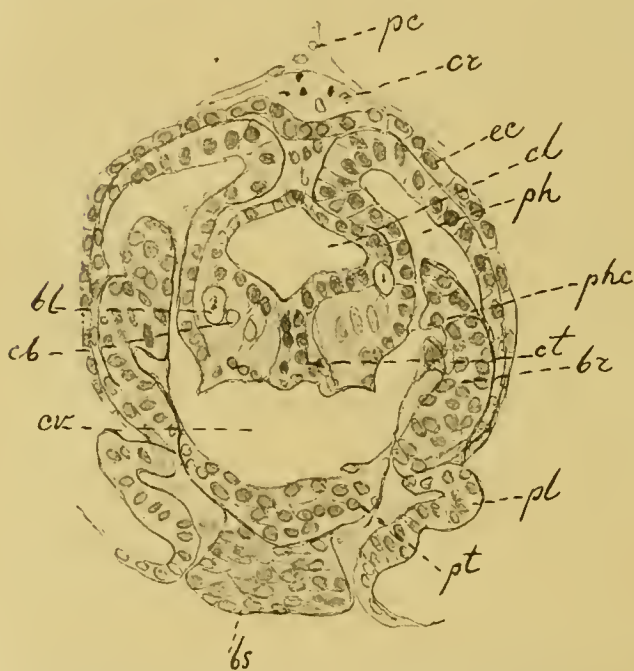
¹ K. Heider. Beiträge zur Embryologie von *Salpa fusiformis* (Abhandl. der Senkenbergischen naturf. Gesellschaft, Bd. XVII).

Нижняя часть паружной стѣнки глоточныхъ полостей очень сильно утолщается въ видѣ валковъ (фиг. 1, 1 A *br*). Эти образования имѣютъ очень важное значеніе, такъ какъ съ ихъ помощью происходитъ замыканіе глоточныхъ полостей. Въ описываемой теперь стадіи развитія они суживаютъ нижнюю часть глоточныхъ полостей и превращаютъ ихъ въ щели (фиг. 1, 1 A). Съ появленіемъ ихъ глоточныя полости раздѣляются на двѣ части: верхнія расширенныя и нижнія узкія, имѣющія форму каналовъ, открывающихся въ полость тѣла. Нижнія отверстія этихъ каналовъ, которыя можно назвать глоточными, открываются какъ разъ у верхней границы плаценты въ полость тѣла.

Крышка плаценты (*pt* фиг. 1 и 1 A) утолщена только въ центральной части, гдѣ она прилегаетъ къ кровяной почкѣ (*bs*), края же ея очень тонки

и своими концами спаиваются съ упомянутыми выше валками нижней части глоточныхъ стѣнокъ.

Переходимъ къ слѣдующей стадіи (фиг. 2). Зародышъ нѣсколько выросъ, и увеличилась его полость тѣла. Зачатокъ клоаки претерпѣлъ мало измѣненій. Въ немъ попрежнему можно различить центральную часть (*cl*), или клоакальную полость, и шовъ, происшедшій отъ срастающаго стѣнокъ клоакальной трубки и лежащій внутри центральной ячеистой массы,



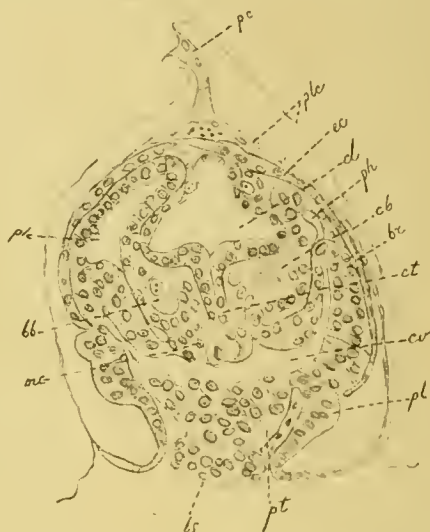
Фиг. 2. Разрѣзъ черезъ зародышъ, у котораго глоточные валки (*br*) далѣе развились. Значеніе буквъ какъ на фиг. 1, 1 A. (Zeiss. Appochr. Oc. 2 + Im. 1,5).

окружающей клоаку. Въ этой массѣ ясно можно различить бластомеры, большія клѣтки, снабженныя овальными ядрами, лежащія на прежнихъ мѣстахъ и окруженныя калиммоцитами. Я не буду останавливаться здѣсь на строеніи бластомеръ, такъ какъ намѣренъ посвятить имъ специальную замѣтку. Скажу только, что величина ихъ уменьшилась. Въ разрѣзъ попали только нижнія бластомеры.

Наибольше важныя измѣненія касаются развитія указанныхъ выше валикообразныхъ утолщеній въ нижней части глоточныхъ полостей. Они значительно выросли въ этой стадіи и измѣнили свою форму. Эти валики (фиг. 2 *br*) складываются теперь въ складки, верхушки которыхъ направлены къ верхней части зародыша. Въ нихъ, конечно, можно различить наружную и внутреннюю пластинки. Первая длиннѣе, вторая оканчивается заостреннымъ концомъ и направляется внизъ и къ яценстой массѣ, окружающей клоаку. Она соединяется также съ крышей центральной плаценты. Соединеніе глоточныхъ полостей съ полостью тѣла еще не прервано.

Эта стадія развитія глоточныхъ полостей есть переходная, въ которой опредѣляются только отдѣльныя части глоточныхъ валиковъ. Значеніе и смыслъ этихъ образований выясняется въ позднѣйшей стадіи развитія, которая представлена въ разрѣзахъ на фигурахъ 3-й и 4-й.

Фиг. 3, 4 и 4А представляютъ разрѣзы изъ двухъ зародышей, находящихся почти на одинаковой стадіи развитія. Фиг. 3 представляетъ поперечный разрѣзъ, 4, 4А — два разрѣза сагиттальныхъ. Всѣ эти разрѣзы дополняютъ другъ друга. Сравнивая поперечный разрѣзъ фиг. 3 съ только что рассмотреннымъ разрѣзомъ фиг. 2, мы видимъ, что зародышъ, изъ котораго онъ сдѣланъ не далеко ушелъ въ своемъ развитіи отъ зародыша фиг. 2. Остатокъ шва клоакальнаго канала и здѣсь виденъ очень ясно (*ct*), хотя нѣсколько сократился и не доходитъ внизъ до края яценстой массы (*mc*), въ которой онъ находится. Очевидно въ настоящей стадіи развитія начинается уже разрушеніе остатковъ клоакальнаго канала, сначала въ нижней его части, а потомъ въ верхней, гдѣ онъ остается виденъ довольно долго. Полость (тѣла *cv*) сохраняетъ свои прежніе размѣры. Значительно, однако, измѣнились глоточные валики. Независимо отъ ихъ выростанія, они измѣнили свое отношеніе къ яценстой массѣ, окружающей клоаку, что состав-



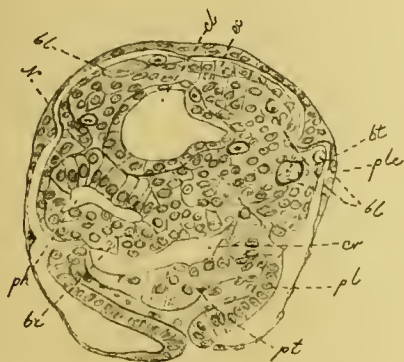
Фиг. 3. Поперечный разрѣзъ черезъ зародышъ въ стадіи, когда глоточные валики (*br*) дошли до центральной яценстой массы (*mc*) и, сросшись съ веною, замкнули глоточныя полости (*ph*); *cb* — blastomeres въ центральной яценстой массѣ. Зародышъ нарисованъ въ клоакальныхъ складкахъ матери (*ptc*), въ которыхъ онъ окутанъ. Остальныя буквы какъ на фиг. 1, 1А. (Zeiss. Archr. Oc. 4 + Syst. 4).

является очень важный шагъ впередъ въ смыслѣ развитія глоточныхъ полостей изъ глоточныхъ складокъ. Мы видѣли при изслѣдованіи разрѣза фиг. 2, что глоточные валики (*br*), выросши до извѣстнаго предѣла, загнбаются по направленію къ центру зародыша, образуютъ складку, внутренняя пластинка которой (фиг. 2 *br*) подходитъ къ ячеистой массѣ такъ близко, что между этими двумя образованіями остаются только тонкіе каналы (*phc*), служащіе сообщеніемъ для глоточныхъ полостей съ полостью тѣла. Отверстія этихъ каналовъ въ стадіи фиг. 2 довольно широки. Въ слѣдующей стадіи развитія (фиг. 3), которую мы теперь рассматриваемъ, внутреннія пластинки глоточныхъ валиковъ сильно вырастаютъ по направленію къ центральной ячеистой массѣ, окутывающей клоаку, проходятъ подъ нею, срастаются съ нею нижнею частью и прикрѣпляются своими концами къ осевой части ея (фиг. 3 *mc*). При взглядѣ на фиг. 3 становится яснымъ, что послѣдствіемъ такого развитія внутреннихъ пластинокъ глоточныхъ валиковъ является то, что онѣ, проходя подъ нижними отверстіями глоточныхъ каналовъ, отдѣляютъ сначала глоточныя полости отъ полости тѣла, а впоследствии, срастаясь съ ячеистой массой, замыкаютъ глоточныя полости. Какъ мы увидимъ изъ изслѣдованія сагиттальныхъ разрѣзовъ, это замыканіе не совершается на всемъ протяженіи глоточныхъ пластинокъ за одинъ разъ; въ задней части зародыша сообщеніе глоточныхъ полостей съ полостью тѣла еще временно остается. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ замыканіе глоточныхъ полостей совершилось, они имѣютъ характерную форму, сходную съ ихъ формой въ предыдущихъ стадіяхъ развитія. Онѣ представляютъ форму гриба, шляпка котораго представлена расширенной верхней частью, или собственно глоточной полостью (фиг. 3 *ph*), ножка — суженной частью также замкнутой теперь внизу, — каналомъ глоточной полости. Разрѣзъ, нарисованный на фиг. 3, прошелъ не совершенно правильно, поэтому на лѣвой сторонѣ глоточная полость видна вполне, на правой — только одна часть ея. Глоточный каналъ въ большей своей части является здѣсь только въ видѣ узкой щели, расширяющейся только въ нижней части, въ формѣ овальной замкнутой полости.

Для дополненія картины распредѣленія органовъ въ этой стадіи развитія служатъ сагиттальные разрѣзы, нарисованные на фигурахъ 4 и 4А. Фиг. 4 представляетъ одинъ изъ центральныхъ разрѣзовъ, фиг. 4А — одинъ изъ боковыхъ разрѣзовъ зародыша. На центральномъ разрѣзѣ, который однако не совсѣмъ точно прошелъ черезъ осевую часть зародыша, можно легко оріентироваться по положенію клоакальной полости. Она является въ видѣ довольно большаго пузыря (фиг. 4 *cl*), расширеннаго въ

передней части и суживающегося въ заостренный коническій отростокъ въ задней. Непосредственно книзу отъ клоакальнаго пузыря видна одна изъ глоточныхъ полостей, верхняя стѣнка которой, плотно прилегающая къ клоакѣ, состоитъ изъ высокихъ цилиндрическихъ эпителиальныхъ кѣтокъ (фиг. 4 *ph*). Нижняя стѣнка, представляющая глоточнымъ валикомъ, состоитъ изъ многоугольныхъ кѣтокъ (*br*). Глоточная полость замкнута вполне и обѣ ея стѣнки переходятъ кзади въ центральную ячеистую массу. На фиг. 4А разрёзаны также клоакальныя и глоточныя полости, но разрёзъ

Фиг. 4.



Фиг. 4А.



Фиг. 4, 4А. Два сагиттальныхъ разрёза зародыша изъ стадіи развитія очень близкой къ изображенной на фиг. 3. Фиг. 4 — разрёзъ прошель черезъ центральную часть, Фиг. 4А — нѣсколько въ сторону. *bt* — отростокъ задней части зародыша съ blastomeres внутри; *N* — зачатокъ ганглія въ видѣ утолщенія эктодерма. Остальныя буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ. (Фиг. 4 Zeiss. Apochr. Oc. 2 + Immas. 1,5, Фиг. 4А — Oc. 4 + Obj. 4).

прошель черезъ боковую часть глоточной полости, которая является еще не вполне замкнутою. Какъ видно на приведенномъ рисункѣ, верхняя стѣнка глоточной полости здѣсь упирается въ центральную ячеистую массу, въ которой видны многочисленныя blastomeres (*bl*), нижняя стѣнка, мало-по-малу утончается кзади и оканчивается тамъ заостреннымъ концомъ, лежащимъ свободно въ полости тѣла. На заднемъ концѣ видно отверстіе, черезъ которое глоточная полость сообщается еще съ полостью тѣла.

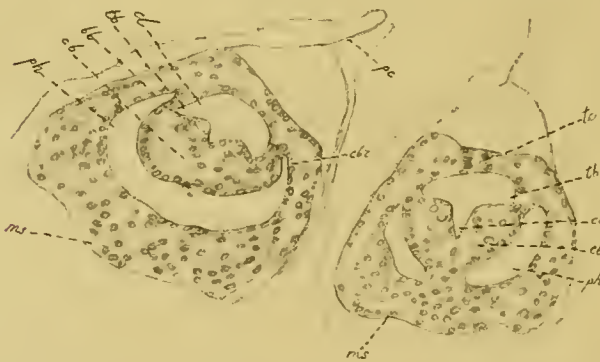
Изъ сказаннаго видно, что глоточныя полости у *S. fusiformis* закладываются въ видѣ двухъ симметрично расположенныхъ зачатковъ. Для образованія односторонней глоточной полости оба эти зачатка должны слиться вмѣстѣ. Этотъ процессъ совершается въ той стадіи развитія, когда кѣтки, окружающія клоакальную и глоточную полости — кѣтки мезодерма — значительно измѣняются. Въ стадіяхъ, рассмотрѣнныхъ до сихъ поръ, центральная ячеистая масса, образуемая изъ кѣтокъ, остающихся за обра-

зованіемъ энтодермальныхъ органовъ, представляетъ плотную ткань, въ которой полигональныя клѣтки плотно прилегаютъ другъ къ другу. Послѣ замыканія глоточныхъ полостей эта мезодермальная ткань становится рыхлою (фиг. 5), вѣроятно, вслѣдствіе накопленія между клѣтками прозрачной однородной жидкости, раздвигающей клѣтки другъ отъ друга. На разрѣзахъ, представленныхъ на фигурахъ 5 и 5 А, весь мезодермъ состоитъ изъ клѣтокъ, разбѣянныхъ въ полости тѣла и принявшихъ разнообразныя формы, большею частью вытянутыхъ или снабженныхъ отростками, что указываетъ на ихъ амебообразную подвижность. Мѣстами эти клѣтки соединяются въ маленькія группы, мѣстами лежатъ одиночно. Съ распаденіемъ мезодерма на подвижныя клѣтки, которыя свободно могутъ заползати въ полость тѣла, послѣдняя теряетъ свои опредѣленные границы и совершенно исчезаетъ какъ опредѣленная полость. Теперь весь промежутокъ, заключающійся между энтодермомъ и энтодермальными органами (клоакальною и глоточными полостями), превращается въ общую полость тѣла.

На фиг. 5 А разрѣзъ прошелъ черезъ ту часть зародыша, въ которой обѣ глоточныя полости являются въ видѣ отдѣльныхъ полостей (фиг. 5 А, *ph*).

Фиг. 5.

Фиг. 5 А.



Фиг. 5, 5 А. Два разрѣза зародыша изъ стадіи слиянія глоточныхъ полостей (фиг. 5) въ одну глоточную полость (*ph*); *th* — жаберныя мѣшки клоаки; *bb* — жаберныя валики; *ms* — мезодермъ; *cbr* — глоточныя жаберныя мѣшки. (Zeiss. Aposchr. Ос. 2 + Imm. 1,5).

Надъ этими полостями помѣщается клоакальная полость, состоящая изъ верхней овальной части и изъ нижней, расположенной къ ней перпендикулярно и заостренной книзу. По формѣ и расположенію этой нижней части, легко можно заключить, что она произошла изъ той части клоакальной полости, которая въ

предыдущихъ стадіяхъ развитія продолжалась книзу въ клоакальный каналъ. Никакихъ остатковъ отъ этого канала въ этой стадіи развитія уже не видно, такъ какъ центральная ячеистая масса, въ которой были замѣтны еще въ стадіяхъ фиг. 3 слѣды въ видѣ шва, распалась на отдѣльныя клѣтки и уничтожился шовъ. Замѣчательно, что остатки верхняго отдѣла осевой части энтодерма (фиг. 5 *tc*) можно различить и теперь очень ясно.

На фиг. 5 нарисованъ сагиттальный разрѣзъ черезъ тотъ же зародышъ въ плоскости слиянія обѣихъ глоточныхъ полостей (*ph*). Расположеніе органовъ зародыша то же самое, какъ на предыдущей фигурѣ. Въ верхней части разрѣза видна клоака той же формы какъ на предыдущей фигурѣ (фиг. 5 А *cl*). Нижняя стѣнка клоаки образуетъ два возвышенія по обѣ стороны оси, два продольныхъ валика, о которыхъ я упоминаю теперь вскользь, такъ какъ подробнѣе мы съ ними познакомимся при описаніи жабернаго ствола. Они были описаны Гейдеромъ и Коротневымъ подъ именемъ жаберныхъ валиковъ; это названіе мы оставляемъ и при нашемъ описаніи. Подъ клоакой располагается большая глоточная полость полулуноиной формы (фиг. 5 *ph*), происшедшая, какъ въ этомъ легко убѣдиться изъ сравненія съ фиг. 5 А, отъ слиянія двухъ глоточныхъ полостей. Средняя часть ея широкая, къ бокамъ и кверху суживается и оканчивается, наконецъ, двумя слѣпыми концами (*cbr*), плотно прилегающими съ обѣихъ сторонъ къ клоакальной полости. Ихъ можно назвать глоточными жаберными мѣшками. Стѣнка глоточной полости состоитъ изъ довольно низкихъ эпителиальныхъ клѣтокъ, которыя по сравненію съ предыдущими стадіями развитія стали гораздо плотнѣе.

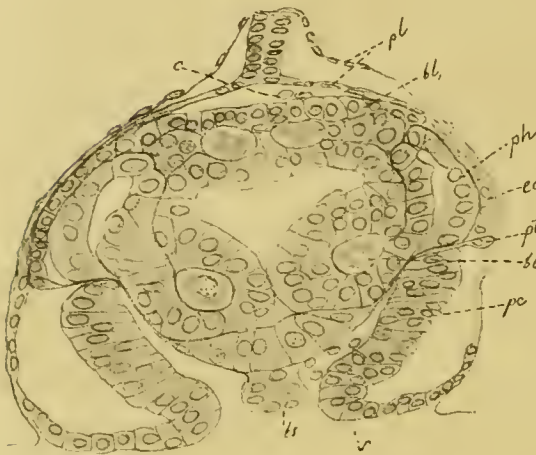
Между клоакой и глоточной полостью лежатъ ткань, мезодермъ, состоящая теперь изъ звѣздчатыхъ или веретенообразныхъ клѣтокъ, лежащихъ въ прозрачной массѣ межклѣтнаго вещества. Несмотря на довольно сильное измѣненіе строенія мы легко узнаемъ въ этой ткани прежнюю центральную ячеистую массу, окружавшую глотку и состоявшую изъ бластомеръ и калиммоцитовъ. Одновременно съ измѣненіемъ мезодермальныхъ клѣтокъ и центральная масса, отдѣлявшая и прежде, какъ и теперь, клоаку отъ глотки также измѣнилась. Бластомеръ мы въ ней теперь не видимъ. Частію они превратились въ бластомерныя клѣтки, частію перешли въ другія части зародыша; о судьбѣ ихъ я поговорю въ специальной статьѣ.

Съ образованіемъ глоточной полости заканчивается образованіе обѣихъ частей дыхательной полости, образующейся отъ слиянія клоакальной и глоточной полостей. Это соединеніе полостей совершается позднѣе въ связи съ образованіемъ жабернаго ствола и жаберныхъ щелей. Прежде чѣмъ мы рассмотримъ образованіе этихъ обонхъ органовъ, я считаю не лишнимъ познакомиться нѣсколько подробнѣе съ изслѣдованіями прежнихъ авторовъ: Гейдера и Коротнева, которые, какъ сказано выше, придерживаются другихъ взглядовъ на образованіе глоточныхъ полостей. Въ этомъ отношеніи между моими взглядами и взглядами Гейдера есть очень большая разница, хотя наблюденія наши настолько сходны, что на любомъ рисункѣ я могу показать всѣ части, которыя описаны ими. Вмѣстѣ съ тѣмъ разница

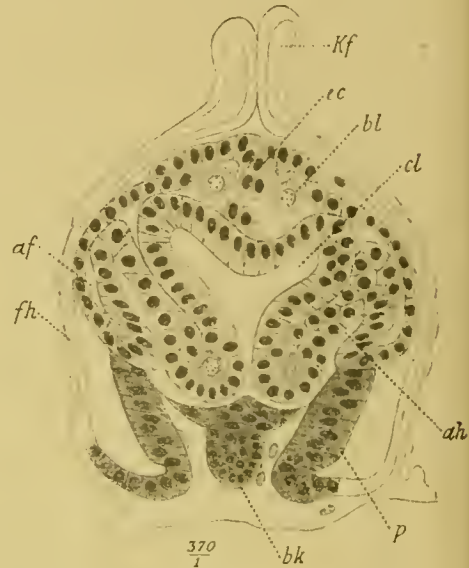
въ нашихъ взглядахъ такъ сложна, что она гораздо лучше будетъ понятна, если мы вмѣсто описанія сравнимъ соотвѣтственные рисунки разрѣзовъ между собою.

На фиг. 6 представленъ одинъ изъ разрѣзовъ, изъ той стадіи развитія, когда начинается образовываться полость тѣла зародыша (полость яйцевой камеры, появляющаяся вновь). На фиг. 6А изображенъ рисунокъ Гейдера, относящійся къ этой же стадіи развитія.

Фиг. 6.



Фиг. 6А.



Фиг. 6. *pb* — клоакальные складки, *bl*₁ — бластомеры верхнія; *ph* — глоточная складка; *ee* — эктодермъ; *pt* — крышка плаценты; *bl* — нижнія бластомеры; *pe* — плацента; *bs* — кровеобразовательная почка; *s* — кровяной синусъ.

Фиг. 6А. Поперечный разрѣзъ черезъ стадію развитія съ только что замкнутыми клоакальными складками. Отверстіе клоакальнаго углубленія (*cl*) сузилось. Гребень клоакальныхъ складокъ (*kf*) находится въ періодѣ образованія. Амниотальная складка (*af*) развиты сильнѣе (чѣмъ въ предыдущей стадіи); Бластомеры (*bl*) не содержатъ болѣе калиммоцитовъ; *af* — амниотальная складка; *ah* — амниотальная полость; *bk* — кровеобразовательная почка; *bl* — бластомерообразныя кѣтки (мезоэктодермъ); *cl* — клоакальная полость; *ec* — эктодермъ; *fh* — клоакальные складки; *kf* — гребень клоакальныхъ складокъ; *p* — плацента (Увел. $\frac{370}{1}$). Изъ Гейдера (loc. cit. Taf. 11, Fig. 11).

Изъ сравненія обоихъ рисунковъ видно, что полость глоточныхъ складокъ Гейдеръ считаетъ амниотальною полостью, которая по его мнѣнію ограничена снаружи внутренней пластинкою амниотальной складки, а съ другой — нижней частью эктодерма. Амниотальная полость переходитъ внизъ непосредственно въ полость тѣла, поэтому онъ вообще считаетъ обѣ эти полости за одну, называя ихъ общимъ именемъ амниотальной полости. Амнио-

пальная складка происходит, по его словам и рисункамъ, черезъ загибание краевъ эктодерма, прилежащихъ къ краю плаценты, внутрь. Понятно, что между обоими листами этой складки — наружнымъ, или эктодермомъ, и внутреннимъ, загнутымъ эктодермомъ внутрь — должна существовать полость, внутрь которой входятъ потомъ клѣтки изъ зародыша. Существенная разница между взглядомъ Гейдера и моимъ на продолженіе обоихъ этихъ образований заключается въ томъ, что, по моему мнѣнію, глоточныя полости (Гейдеровскія амніональныя полости) происходятъ въ складкахъ, которыя и называлъ глоточными складками, по мнѣнію Гейдера — происходятъ, такъ сказать, пассивно, вслѣдствіе того, что отъ поверхности зародыша образуются складки, идущія внутрь, которыя, понятнымъ образомъ ограничиваютъ между собою и поверхностью тѣла зародыша полость, названную имъ амніональною. Другими словами, происходитъ тоже самое что и у всѣхъ зародышей, имѣющихъ амніонъ: и тамъ между зародышемъ и складками амніона само собою образуется пространство, которое въ случаяхъ замыканія амніональных складокъ въ амніонъ, превращается въ замкнутую со всѣхъ сторонъ полость, называемую также амніональною полостью, какъ напр. у амніональных позвоночныхъ и насѣкомыхъ. Отсюда понятно и Гейдеровское названіе: амніонъ и амніональная полость, кажущееся на первый взглядъ страннымъ.

Такой взглядъ, основательность котораго мы рассмотримъ дальше, совершенно согласуется съ взглядомъ Гейдера на зародышъ *S. fusiformis* вообще. По Гейдеру зародышъ передъ образованіемъ его амніональных складокъ одѣтъ не только сверху, но и снизу, т. е. со стороны плаценты эктодермомъ, происходящимъ, по его мнѣнію изъ микромерныхъ blastomeres. Поэтому, принимая, что клоакальная полость образуется черезъ углубленіе поверхностнаго слоя зародыша, онъ считаетъ, что она образуется изъ эктодерма. Увидѣвши складки на краяхъ зародыша (моя глоточныя складки) онъ ошибочно заключилъ, что онѣ образуются также изъ эктодерма и вмѣстѣ съ тѣмъ подписалъ и физиологическую роль для нихъ. Онъ вывелъ именно заключеніе, что эти складки служатъ для соединенія зародыша съ плацентою. Разъ онъ принялъ эти складки за амніональныя, то дальнѣйшимъ слѣдствіемъ этого было, что полость, которую онѣ ограничиваютъ, есть амніональная полость, подобная одноименной полости другихъ амніотическихъ животныхъ. Она, правда, не замыкается, такъ какъ амніотическія складки у *S. fusiformis* не сходятся другъ съ другомъ, но это объясняется, конечно, тѣмъ, что амніональныя складки приспособились къ другой функціи, тѣмъ болѣе, что прикрываніе зародыша амніономъ и не нужно, такъ какъ онъ до-

статочнo прикрыть клоакальной складкой матерн. Причиной ошибки Гейдера послужило то, что онъ замѣтилъ связь наружнаго листка глоточной складки (моей) съ эктодермомъ, на самомъ дѣлѣ не существующую.

Посмотримъ теперь насколько взглядъ Гейдера основателенъ и насколько онъ доказывается рисунками, приложенными къ его монографіи. Уже Коротневъ¹ положительно отрицаетъ существованіе амниональных складокъ и считаетъ ихъ за искусственный продуктъ. Я совершенно согласенъ въ этомъ отношеніи съ Коротневымъ, хотя не считаю такъ называемыя амниональныя складки Гейдера за продуктъ обработки пренарата, а думаю, что онѣ суть результатъ недостаточности наблюденія и неправильности толкованія наблюдаемаго. Въ моей статьѣ «О зародышевыхъ листахъ *Salpa fusiformis* (ИАН. 1916. 553 сл.) я указалъ уже, что тѣхъ стадій развитія, когда образуются глоточныя складки и когда должны были образоваться и Гейдеровскія амниональныя, если бы онѣ были, Гейдеръ не наблюдалъ, такъ какъ его фиг. 8 представляетъ зародышъ задолго до образованія какихъ-либо органовъ, а на слѣдующей за нею фиг. 9 изображенъ зародышъ, у котораго уже хорошо развиты клоака, амниональныя складки и амниональная полость. Поэтому на его фиг. 9 трудно разобрать откуда образуются эти складки: изъ края-ли вѣншей части эктодерма, или изъ энтодерма, обращеннаго къ плацентѣ. Установленіе того или другого способа образованія складокъ, однако, было бы очень важно, такъ какъ если эти складки образуются черезъ инвагинацію нижней части эктодерма (Гейдеровскаго, конечно), обращеннаго къ плацентѣ, то это именно тотъ самый процессъ, который я наблюдалъ, при образованіи глоточныхъ складокъ, потому что то, что Гейдеръ называетъ эктодермомъ, есть по моему энтодермъ. Я поэтому прихожу къ тому заключенію, что амниональныхъ складокъ вообще (въ смыслѣ Гейдера) нѣтъ, что онѣ явились не искусственнымъ продуктомъ, а результатомъ неправильнаго толкованія разрѣзовъ и пробѣловъ въ стадіяхъ развитія, которыя наблюдалъ Гейдеръ.

Во время развитія *S. fusiformis*, въ теченіе тѣхъ стадій, на которыя ссылается Гейдеръ, образуются единственныя складки: это именно глоточныя складки, служащія зачатками глоточной полости, которая совершенно неправильно названа Гейдеромъ амниональною.

Дальнѣйшія стадіи развитія амниональныхъ складокъ и амниональной полости имѣютъ, по Гейдеру, регрессивный характеръ; наружная пластинка амниональной складки, представляющая наружную часть эктодерма,

¹ А. Korotneff. Zur Embryologie von *Salpa runcinata-fusiformis* (Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. LXII).

должна превращаться въ энтермисъ, что конечно иначе и быть не могло; внутренняя пластинка, по словамъ Гейдера подвергается регрессу т. е. вѣроятно должна распадаться на клѣтки. Амниональныя полости сливаются вмѣстѣ въ одну общую полость. Этотъ процессъ описанъ Гейдеромъ подъ названіемъ регрессивнаго развитія амниональной полости (*Rückbildung der Amnionhöhle*). Этотъ взглядъ вполне вяжется съ его представленіемъ объ амниональной полости какъ о провизорномъ образованіи. Сліяніе амниональных полостей, которое совершенно правильно описано Гейдеромъ и которое до мелкихъ подробностей сходно съ моимъ описаніемъ и моими рисунками, касающимся сліянія глоточныхъ мѣшковъ еще разъ доказываетъ, что амниональныя полости Гейдера суть глоточныя полости.

Вообще наблюденія Гейдера вполне сходны съ моими; толкованіе ихъ только различно. Онъ видѣлъ напримѣръ глоточныя валики, которые я описываю выше и которые служатъ для замыканія глоточныхъ полостей; его рисунокъ 21 (I. с. Taf. III) совершенно похожъ на мою фиг. 3. Казалось бы, что сліяніе полостей, отношеніе полости происшедшей отъ этого сліянія къ клоакальной полости, должно было бы его убѣдить, что здѣсь мы имѣемъ дѣло не съ чѣмъ другимъ, какъ съ образованіемъ глоточной полости, а не съ какой то амниональною полостью, даже и не похожею на амнионъ другихъ животныхъ. Просматривая его рисунки, изображающіе разрѣзы дальнѣйшихъ стадій развитія, можно замѣтить, что неудовлетворительность разрѣзовъ служитъ главнымъ образомъ причиною оригинальнаго и вполне ложнаго взгляда Гейдера на глоточныя складки. На этихъ рисункахъ (фиг. 27, 28, 29 I. с. Taf. IV) нѣтъ совсѣмъ глоточной полости, тогда какъ она въ этихъ стадіяхъ должна быть видна совершенно ясно. Произошло ли это отъ дефектовъ при приготовленіи разрѣзовъ, или отъ какихъ либо другихъ причинъ, я рѣшить не могу, но думаю, что такъ какъ онъ въ этихъ стадіяхъ не видѣлъ глоточной полости, то, естественно, онъ долженъ былъ искать ея зачатка въ другомъ мѣстѣ, чтобы уяснить себѣ вопросъ относительно ея происхожденія. И вотъ онъ началъ искать ее, кстати сказать весьма неудачно, въ центральной ячейстой массѣ подъ клоакальною полостью. Получился вслѣдствіе этого цѣлый рядъ рисунковъ очень мало убѣдительныхъ (фиг. 27, 28, 29 I. с.) и, я долженъ сказать, мало правдоподобныхъ. Я по крайней мѣрѣ, изслѣдовавъ внимательно больше сотенъ зародышей, ни разу не встрѣтилъ ни одного разрѣза, который оправдывалъ бы указанныя выше рисунки Гейдера.

Коротковъ отрицаетъ существованіе амниональныхъ складокъ, считая ихъ за искусственный продуктъ, какъ сказано выше, но онъ одновременно

принимаетъ существованіе амниональныхъ полостей. Относительно происхожденія этихъ полостей онъ расходится съ Гейдеромъ, полагая, что онѣ образуются въ видѣ двухъ рядовъ клѣтокъ, раздѣленныхъ другъ отъ друга продольной, лежащей параллельно оси зародыша «демаркаціонной линіей», по которой, по его мнѣнію, оба ряда клѣтокъ расходятся и между ними образуется полость. Очень можетъ быть, что ему попались такіе разрѣзы, въ которыхъ стѣнки его амниональной (моей глоточной) полости искусственно слились, поэтому онъ полости не видѣлъ, такъ какъ въ той стадіи развитія, которую онъ рисуетъ на своей фиг. 5 (loc. cit.), полость должна быть, и, притомъ, довольно большая. Болѣе раннихъ стадій развитія, въ которыхъ собственно начинается ростъ полости въ глоточныхъ складкахъ онъ не видѣлъ, слѣдовательно и не имѣлъ основаній судить о томъ, какъ образуются эти полости (сравни мою фиг. 5 въ статьѣ «Объ образованіи зародышевыхъ листовъ» въ ИАН. № 7 1916 г.). Поэтому его сообщеніе о способѣ развитія амниональныхъ полостей имѣетъ мало значенія. Вообще же я думаю, что называть эти полости амниональными, отрицая одновременно существованіе амниональныхъ складокъ, не совсѣмъ логично, такъ какъ амниональною полостью называется такая, которая ограничена съ одной стороны стѣнкою тѣла зародыша, а съ другой амниональными складками. Если послѣднихъ нѣтъ, то само собою, что не можетъ быть и рѣчи объ амниональной полости.

Коротневъ, такъ же какъ и Гейдеръ, видѣлъ сліяніе амниональныхъ полостей, и не призналъ это сліяніе за образованіе единой глоточной полости. Поэтому ему надо было, такъ-же какъ и Гейдеру, подыскать зачатокъ глоточныхъ полостей. Онъ находитъ ихъ тамъ же, гдѣ и Гейдеръ. По его мнѣнію онѣ образуются въ видѣ двухъ полостей, лежащихъ по бокамъ и выше клоаки, стѣнки которыхъ состоятъ частью изъ бластомеръ (его бластоцитовъ), частью изъ каллимоцитовъ (стр. 402). Какъ, однако, эти полости образуются, какъ и когда онѣ сливаются вмѣстѣ для образованія одной глоточной полости, — объ этомъ мы у Коротнева не находимъ никакихъ свѣдѣній. Я, съ своей стороны, могу только замѣтить, что ничего подобнаго описанный Коротневымъ явленіямъ я не наблюдалъ, а потому и не могу сказать какія полости имѣлъ онъ въ виду при описаніи развитія глоточной полости. По своему положенію подъ клоакальною полостью онѣ соответствуютъ Гейдеровскому зачатку глоточной полости; по своему симметричному расположенію и двойному составу онѣ отъ нея отличаются. У Коротнева нѣтъ, однако, детальнаго описанія развитія этихъ полостей, что особенно сильно затрудняетъ вообще сужденіе о природѣ ихъ и о томъ, какъ онѣ представляетъ себѣ развитіе цѣльной глоточной полости.

Съ замыканіемъ глоточной полости связано появленіе двухъ эмбріональныхъ образованій, которыя Гейдеръ назвалъ «эктодермальною основною пластинкою» (ectodermale Basalplatte) и «эндофарингеальнымъ ячевстымъ стволомъ» (endopharyngealer Zellenstrang). Послѣдній образуется позднѣе, во время образованія жабернаго ствола; о немъ мы поговоримъ послѣ описанія развитія жабры. Образованіе же ectodermale основной пластинки связано по Гейдеру непосредственно съ замыканіемъ амниальныхъ полостей (моихъ глоточныхъ полостей). Объ этой пластинкѣ мы поговоримъ сейчасъ.

Гейдеръ (стр. 404), описывая замыканіе амниальныхъ полостей посредствомъ валиковъ, отходящихъ отъ внутреннихъ пластинокъ амниальныхъ складокъ, говоритъ, что кѣтки этихъ валиковъ весьма скоро сливаются другъ съ другомъ въ замѣчательный слякчтіи, представляющій зернистую основную массу, въ которой заключены многочисленныя ядра. Такимъ путемъ образуется горизонтальная пластинка, названная имъ ectodermale основной пластинкой, которая служитъ для раздѣленія полости тѣла зародыша отъ полости плаценты, т. е. другими словами исполняетъ роль крыши плаценты. Въ этомъ смыслѣ и высказывается Гейдеръ совершенно опредѣленно, указывая на мои рисунки, на которыхъ изображена крыша плаценты у *S. pinnata*, *S. punctata*, *S. fusiformis*. Мы видѣли, однако, выше, что крышка плаценты развивается изъ нижней части фолликула, тогда какъ основная пластинка Гейдера, хотя онъ ее и называетъ ectodermale, развивается внутри полости тѣла зародыша, въ которой ectoderma по моему нѣтъ. Если основная пластинка представляетъ крышку плаценты, отгораживающую вмѣстѣ съ тѣмъ полость тѣла зародыша отъ полости плаценты, то изъ этого слѣдуетъ заключить, что раньше ея появленія обѣ эти полости были въ непосредственномъ сообщеніи и перегородки между ними не существовали. Справившись по этому вопросу съ рисунками Гейдера, мы увидимъ однако, что на разрѣзахъ зародыша, представленныхъ имъ на фиг. 9 и 11 въ раннихъ стадіяхъ развитія, т. е. тогда когда амниальные полости развиты вполне и нѣтъ никакихъ намековъ на ихъ сляніе, существуетъ крышка плаценты, совершенно такъ же развитая, какъ и на моихъ разрѣзахъ. Гейдеръ, обозначая ее буквами (фиг. 9, *p'* loc. cit.), называетъ ее не крышкою, а верхнею стѣнкою плаценты. Въ данномъ случаѣ это конечно все равно, потому что какъ бы ее не назвали, она отгораживаетъ полость тѣла отъ полости плаценты. На фиг. 11 (loc. cit.) онъ не обозначаетъ ее никакой буквою, но всякій, знакомый съ его фиг. 9 легко узнаетъ на фиг. 11 крышу или верхнюю стѣнку плаценты уже по тому, что къ ея центральной части прикрѣпляется кровеобразовательная почка. И такъ, крышка,

пли по Гейдеру верхняя стѣнка плаценты, существуетъ, начиная съ очень раннихъ стадій развитія; если Гейдеръ ее не признаетъ у болѣе позднихъ стадій, то это происходитъ оттого, что она вообще очень сильно пзмѣняется. Во всякомъ случаѣ ее найти можно довольно легко по ея положенію относительно кровеобразовательной почки.

Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что если наблюденія Гейдера относительно существованія основной пластинки справедливы, то она не можетъ играть той роли, которую ей приписываетъ Гейдеръ, т. е. служить для отдѣленія полости тѣла отъ полости плаценты, потому что, при наличности крыши плаценты, такая роль является излишнею.

Я могу вполне подтвердить существованіе Гейдеровской основной пластинки, хотя вполне опредѣленно не могу сказать, что она образуется именно изъ глоточныхъ валиковъ. Гейдеръ, собственно говоря, также не приводитъ доказательствъ въ пользу такого происхожденія. Въ полости тѣла зародыша находится такая масса элементовъ, что трудно сказать навѣрно, что основная пластинка образуется именно изъ клѣтокъ глоточныхъ валиковъ, а не изъ какихъ нибудь другихъ элементовъ. Я считаю это возможнымъ, но не доказаннымъ вполне.

Гистологическія особенности основной пластинки, описанныя Гейдеромъ, я могу также вполне подтвердить. Основная пластинка представляетъ сплциіи, состоящій изъ основного плазматическаго вещества, заключающаго внутри себя большое количество ядеръ, какъ это видно на фиг. 7. Ядра скопляются въ нѣкоторыхъ мѣстахъ большими группами, въ другихъ ихъ совершенно нѣтъ, и пластинка состоитъ только изъ плазмы. Крайя своими, которые нѣсколько утончены и загнуты внизъ, основная пластинка налегаетъ на верхній край стѣнки плаценты, совершенно такъ, какъ описываетъ Гейдеръ. Поэтому очень легко можно было бы ее принять за крышу плаценты, если бы настоящая крыша плаценты не была найдена.

Особенность строенія основной пластинки, именно ея сплциіальный характеръ облегчаетъ значительно задачу изслѣдованія ея дальнейшей судьбы. При другомъ строеніи было бы гораздо труднѣе найти эту пластинку среди очень разнообразныхъ элементовъ, наполняющихъ полость тѣла.

На фиг. 7 представленъ поперечный разрѣзъ дыхательной полости въ стадіи образованія жабры. Видна сверху клоакальная полость (фиг. 7 *cl*), подъ нею — глоточная полость (фиг. 7 *ph*), между обѣими полостями располагается двойной зачатокъ жабернаго ствола. Подъ глоточною полостью лежатъ сначала основная пластинка (*pb*), а подъ нею видна верхняя часть плаценты. Въ расположеніи этихъ двухъ частей слѣдуетъ обратить вниманіе

на два важныхъ пункта. Во 1-хъ основная пластинка не прилегаетъ непосредственно къ плацентѣ; между обоими этими органами есть маленький промежутокъ, являющійся на разрѣзѣ въ видѣ щели. Во 2-хъ можно ясно убѣдиться на разрѣзѣ, что полость плаценты не открыта сверху, а закрывается крышкою (*pt*), которую мы видѣли уже въ раннихъ стадіяхъ развитія. Въ описываемой теперь стадіи развитія она измѣнила свое строеніе. Эпителиальныя клѣтки, изъ которыхъ она первоначально образовалась, удлиняются, принимаютъ треугольную форму и крышка плаценты является теперь не въ видѣ пластинки, а въ видѣ треугольной пробки, затыкающей полость плаценты. Это измѣненіе крыши плаценты станетъ понятнымъ, если мы обратимъ вниманіе на болѣе раннія стадіи; мы легко увидимъ, что, начиная съ раннихъ



Фиг. 7. Поперечный разрѣзъ зародыша, въ которомъ образовалась основная пластинка (*pb*). Между нею и крышею плаценты находится промежутокъ; *cl* — клоака; *tbl* — жаберные мѣшки; *tbl* — бластомеры; *tbl* — жаберныя трубки; *ph* — глотка. (Zeiss. Apochr. Oc. 2-4. Im. 1, 5).

стадій образованія дыхательной полости, крыша плаценты начинаетъ очень сильно измѣняться. Сначала она состоитъ изъ одного слоя эпителиальныхъ клѣтокъ, которыя очень сильно растутъ въ центрѣ пластинки и суживаются къ краямъ ея (ср. фиг. 1, 1А и 2, а также фиг. 8 моей статьи о зародышевыхъ листахъ салмы въ ИАН. 1916, стр. 503 сл.); при этихъ измѣненіяхъ, какъ бы они не были велики, всегда можно на разрѣзѣ отличить крышу плаценты, такъ какъ она плотно прилегаетъ къ кровеобразовательной почкѣ, а послѣдняя, до распада ея на отдѣльныя клѣтки, всегда видна ясно. Затѣмъ начинается сильное размноженіе клѣтокъ центральной части крыши. Она очень сильно утолщается и состоитъ изъ многихъ рядовъ клѣтокъ (фиг. 3 и 4 *pt*). Наконецъ, въ періодѣ образованія жаберъ, клѣтки ея размножаются на столько, что наполняютъ всю полость плаценты, при чемъ въ верхней части крыши онѣ сливаются въ спидитій, въ нижней части онѣ принимаютъ звѣздчатую форму. Такое состояніе крыши плаценты нари-

совано на разрёзѣ фиг. 10. Здѣсь очень ясно можно различить боковыя стѣнки плаценты, состоящія изъ совершенно яснаго эпителія высокаго въ верхней части плаценты и болѣе низкаго въ нижней. Вся полость плаценты занята описанными сейчасъ клѣтками. Въ томъ, что онѣ произошли изъ крыши плаценты можно легко убѣдиться потому, что на концѣ этой большой массы клѣтокъ лежитъ кровеобразовательная почка, занимающее, слѣдовательно, совершенно то же положеніе какъ и въ раннихъ стадіяхъ, когда крыша плаценты состояла только изъ одного слоя клѣтокъ. При такихъ измѣненіяхъ не удивительно, что крышку плаценты можно и не узнать, если не слѣдить за ней выпмательно черезъ цѣлый рядъ стадій развитія.

Изъ описанія стадій развитія фиг. 7 можно убѣдиться, что основная пластинка не образуетъ крыши плаценты. Она отдѣлена отъ послѣдней

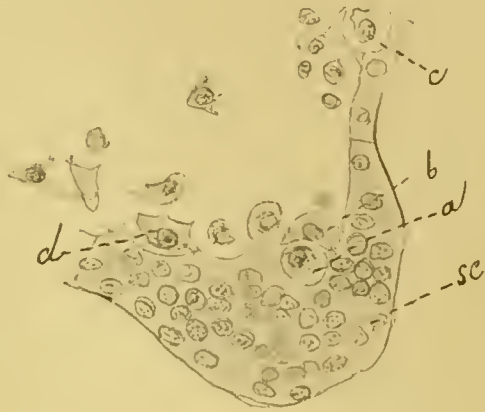


Фиг. 8. Поперечный разрёзъ зародыша; у котораго образовались уже жабра (*br*) и жаберныя щели (*fb*); *ec* — эктодермъ; *ph* — глоточная полость; *ms* — мезодермъ; *pb* — основная пластинка; *pt* — жаберная крышка; *pl* — плацента. (Zeiss. oc. 4 + obj. 8).

тонкимъ щелевиднымъ промежутокъ и лежитъ въ полости тѣла. На болѣе позднихъ стадіяхъ развитія основная пластинка еще болѣе удаляется отъ плаценты. Фиг. 8 представляетъ поперечный разрёзъ изъ довольно поздней стадіи развитія, въ которой уже образовалась вполне жабра (*br*) и начинается образованіе мускулатуры тѣла (*msc*). Подъ дыхательной полостью видна основная пластинка (*bp*), которая совершенно не измѣнила своего строенія, но измѣнила положеніе. Она не только не придвинулась къ плацентѣ, что должно бы было случиться, если бы она играла роль крыши плаценты, а напротивъ значительно отодвинулась отъ послѣдней внутрь полости тѣла зародыша.

Можно, слѣдовательно, считать доказаннымъ на основаніи всего описаннаго выше, что основная пластинка Гейдера не играетъ роли крыши плаценты, какъ это высказалъ раньше и Коротневъ, впрочемъ не аргументируя своего взгляда. Изслѣ-

дованіе болѣ позднихъ стадій развитія показываетъ, что она вообще не имѣетъ никакого отношенія къ плацентѣ. Она остается всегда въ полости тѣла и распадается, наконецъ, на отдѣльныя клѣтки. Фиг. 9 представляетъ разрѣзь центральной части основной пластинки изъ болѣ поздней стадій развитія. Главная масса ея состоитъ еще изъ синцитія; она вдается выпуклою поверхностью въ плацентную крышку, вогнутая же часть ея обращена въ полость тѣла. Возлѣ нея находится довольно много клѣтокъ амeboобразныхъ, такъ какъ онѣ снабжены отростками, нѣкоторыя изъ нихъ вытянуты и имѣютъ полулунную форму. Многія изъ этихъ клѣтокъ лежатъ свободно въ полости тѣла, но есть нѣсколько клѣтокъ лежащихъ еще въ плазматической массѣ въ особыхъ полостяхъ, наполненныхъ прозрачною свѣтлою жидкостью. Относительно происхожденія этихъ клѣтокъ можетъ быть два предположенія: эти клѣтки можно было бы разсматривать какъ клѣтки питающіяся плазмой синцитія, или, наоборотъ, какъ отдѣляющіяся отъ синцитія и ведущія свободную жизнь. Первое предположеніе мнѣ кажется менѣ вѣроятнымъ, такъ какъ тѣ изъ этихъ клѣтокъ, которыя заключены въ плазмѣ, окружены слоемъ прозрачнаго жидкаго вещества. Изъ этого слѣдовало бы заключить, если видѣть въ нихъ клѣтки питающіяся плазмой, что послѣдняя выдѣляетъ какую-то питательную жидкость, которую клѣтки получаютъ эндосмотически; значитъ онѣ будутъ питаться не плазмой синцитія, а какимъ то веществомъ выдѣляемымъ этой плазмой. Подобное питаніе мало вѣроятно; если клѣтки питаются на счетъ плазмы синцитія, то конечно онѣ въ состояніи пожирать ее. Гораздо болѣе вѣроятно для меня предположеніе, что вокругъ ядеръ синцитія скопляется сначала жидкость, въ которую попадаетъ ядро съ извѣстнымъ количествомъ плазмы. Скопившаяся жидкость мало по малу растягиваетъ периферическій слой плазмы синцитія, утончаетъ его, заставляя лопаться, а отдѣлвшаяся отъ синцитія клѣтка освобождается черезъ прорывъ слоя синцитиальной плазмы и попадаетъ въ полость тѣла. Въ пользу этого предположенія говорить то обстоятельство, что на вогнутой поверхности основной пластинки



Фиг. 9. Часть синцитія основной пластинки съ выходящими изъ нея клѣтокъ (a, b, c, d). (Zeiss. Oc. 2 + Im. 1, 5).

замѣтны вырѣзки полукружной формы, которыя можно объяснить тѣмъ, что они составляютъ остатки полостей, изъ которыхъ освободились клѣтки. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно видѣть происхожденіе этихъ вырѣзковъ, допускающее только такое толкованіе, которое я сейчасъ предложилъ. Подъ литерою *a* парисована клѣтка, которая еще лежитъ въ вырѣзкѣ; она совсѣмъ освободилась изъ синцитія и могла бы выйти въ полость тѣла, если бы вырѣзка не была заперта другой клѣткой (*b*), равнѣе освободившеюся и лежащею возлѣ вырѣзки, заперая выходъ изъ нея своимъ тѣломъ. Подъ литерою *c* видна клѣтка, еще не освободившаяся, но лежащая въ полости, отдѣленной отъ полости тѣла только очень тонкою стѣнкою; съ прорывомъ этой стѣнки выходъ изъ полости дѣлается для клѣтки свободнымъ. Подъ литерою *d* лежитъ клѣтка, очевидно только освобожденная изъ полости; она лежитъ свободно, снабжена на своей поверхности, обращенной къ полости тѣла, короткими псевдоподіями, а поверхность ея, обращенная къ основной пластинкѣ, выпукла и совершенно соотвѣтственно вырѣзкѣ синцитія.

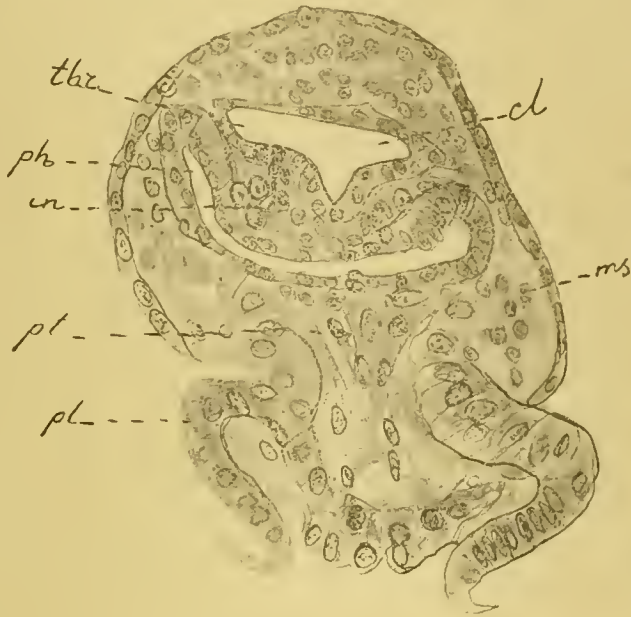
На болѣе позднихъ стадіяхъ изъ основной пластинки видны только остатки въ видѣ синцитіа, но вмѣсто нея видны близъ ея массы подвижныхъ клѣтокъ, составляющихъ вмѣстѣ съ другими клѣтками мезодермъ.

Перейдемъ теперь къ развитію *жабернаго аппарата*, который состоитъ у салпъ, какъ извѣстно изъ жаберной трубки и изъ двухъ, лежащихъ по обѣимъ сторонамъ послѣдней, жаберныхъ отверстій, служащихъ для сообщенія клоакальной полости съ глоточной. Образование жаберной трубки или жабры описывалось соотвѣтственно съ общими представленіями относительно образованія дыхательной полости. Тѣ эмбриологи, которые полагаютъ, что дыхательная полость салпъ образуется въ видѣ одной полости, впоследствии раздѣляющейся на клоакальную и глоточную полости (Тодаро, Барруа и я) описывали развитіе жаберной трубки въ видѣ двухъ боковыхъ складокъ, соединяющихся потомъ въ центрѣ и раздѣляющихся такимъ образомъ общую дыхательную полость на двѣ. Первымъ отсталъ отъ этого воззрѣнія Тодаро¹, который убѣдился, что клоакальная и глоточная полости образуются изъ отдѣльныхъ зачатковъ. Затѣмъ Бруксъ² доказалъ болѣе основательно такое отдѣльное образованіе обѣихъ полостей. Наконецъ къ такимъ же результатамъ пришелъ и Гейдеръ, съ взглядами

¹ Fr. Todaro. Sul omologia della branchia delle Salpe con quella degli altri Tunicati (Rend. Accad. Lincei Ser. 4. Vol. 4, 2 Sem.).

² W. K. Brooks. The origin of the organs of Salpa (John Hopkins University Circular Vol. XII, 1893 также и въ The genus Salpa (Memoirs from the Biological Laboratory of John Hopkins University 1893).

котораго, изложенными въ цитированномъ мною сочиненіи, мы познакомились подробно. Я пришелъ къ тому же заключенію при изслѣдованіи развитія *Salpa zonaria*, а теперь также и для *Salpa fusiformis*. Такой способъ развитія дыхательной полости долженъ быть типичнымъ для салпъ вообще, хотя и представляетъ у различныхъ видовъ салпъ не маловажныя особенности. Въ частности, по отношенію къ *Salpa fusiformis*, по наблюденіямъ Гейдера и Коротнева развитіе жаберной трубки сводится къ тому, что перегородка дыхательной полости, происходящая отъ сближенія нижней стѣнки клоаки съ верхней стѣнкой глоточной полости прорывается двумя отверстіями съ боковъ и отдѣляетъ такимъ образомъ среднюю часть, которая и составляетъ жаберную трубку, состоящую, слѣдовательно, вверху изъ стѣнки клоаки, внизу — изъ стѣнки глотки. Предварительно нижняя стѣнка клоаки утолщается въ видѣ двухъ симметричныхъ валиковъ, которые Гейдеръ называетъ жаберными валиками.

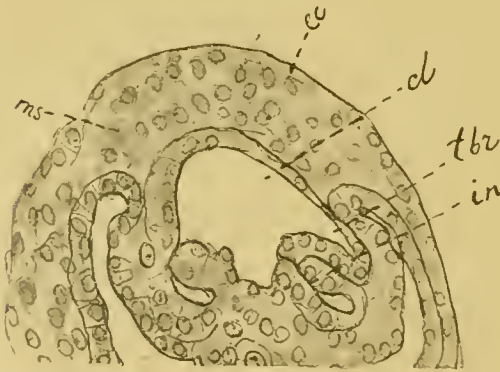


Фиг. 10. Поперечный разрѣзъ зародыша съ сжавшимися глоточными мѣшками, въ одну глотку (*ph*); *tbr* — клоакальный жаберный мѣшокъ; *cl* — клоака; *ms* — мезодермъ; *pt* — жаберная крышка; *pl* — плацента; *in* — углубленіе стѣнки жабернаго палика для образованія жабернаго канала.

При описаніи послѣднихъ стадій развитія глотки мы познакомились уже съ этими образованіями. Онѣ играютъ дѣйствительно важную роль въ образованіи жаберной трубки, какъ полагаетъ Гейдеръ; однако, слѣдуетъ замѣтить что развитіе жаберной трубки идетъ гораздо сложнее, чѣмъ описываетъ австрійскій ученый. Оно усложняется именно двумя важными обстоятельствами, не принятыми Гейдеромъ во вниманіе въ его изслѣдованіи. Первое изъ нихъ заключается въ томъ, что между клоакой и глоткой находится клѣточная масса, состоящая изъ каллимоцитовъ и бластомеръ; это: названная мною выше центральная ячеистая масса. Когда обѣ глоточныя

полости сливаются вмѣстѣ для образованія одной полости (фиг. 5, 5 A), бластомеры изъ центральной ячеистой массы переселились въ заднюю часть зародыша, и она состоитъ теперь исключительно изъ калпммоцитовъ. Эта клѣточная ткань служитъ, по моему мнѣнію, источникомъ для Гейдеровскаго эндотарингеального ствола клѣтокъ. Во время образованія жаберной трубки, она остается на нижней стѣнкѣ клоаки и входитъ въ глоточную полость (фиг. 11 и 12). Когда будетъ идти рѣчь о позднихъ стадіяхъ образованія жаберной трубки, мы рассмотримъ ее подробнѣе.

Гейдеръ (стр. 420 loc. cit.), собственно говоря, считаетъ ту же массу клѣтокъ за источникъ образованія эндотарингеального ствола, но онъ описываетъ образованіе этой массы клѣтокъ иначе. Онъ говоритъ, что послѣ замыканія клоакальных углубленій, на нижнемъ концѣ его образуется ячеистая пробка, по обѣимъ сторонамъ которой ложатся бластомеры, изъ которыхъ строится стѣнка глотки. Послѣ образованія глотки, ячеистая пробка остается въ глоточной полости и превращается въ эндотарингеальный стволъ. По моимъ наблюденіямъ развитіе глотки происходитъ не изъ бластомеръ, окружающихъ ячеистую пробку Гейдера, а изъ калпммоцитовъ глоточныхъ складокъ, принимаемыхъ Гейдеромъ за амниональную полость. Тѣмъ не менѣе, несмотря на такое различіе во взглядѣ на развитіе глотки, я нахожу, что источникомъ для образованія эндотарингеального



Фиг. 11. Верхняя часть разрѣза черезъ зародышъ во время замыканія жаберныхъ каналовъ. Буквы какъ на фиг. 10. (Zeiss. Apochr. 2 + 1, 5).

ствола служить та же ячеистая масса, хотя, по мнѣнію Гейдера, она образуется послѣ замыканія клоакальнаго углубленія, въ сущности же существуетъ еще раньше образованія зачатка клоаки.

Второй фактъ, не замѣченный Гейдеромъ, относится спеціально къ образованію жабры. У *S. fusiformis* этотъ процессъ идетъ сложнѣе, чѣмъ у нѣкоторыхъ другихъ сальпъ.

Вскорѣ за замыканіемъ глоточныхъ полостей, стѣнки каждого жабернаго валика углубляются въ видѣ очень тонкаго, но глубокаго канала, расширеннаго вверху. На разрѣзѣ, нарисованномъ на фиг. 10, такой каналъ видѣнъ только на одномъ изъ жаберныхъ валиковъ, именно на лѣвомъ; правый каналъ разрѣзомъ не задѣтъ. Возлѣ канала, который мы назовемъ

жабернымъ каналомъ (*in*), находятся три бластомеры; нахождение бластомеръ въ стѣнкахъ жаберныхъ каналовъ очень характерно и мы встрѣтимъ ихъ и въ дальнѣйшихъ стадіяхъ развитія. Въ слѣдующей стадіи развитія (фиг. 11), очень мало подвинувшейся, сравнительно съ только что разсмотрѣнной, жаберные каналы замыкаются. Замыканіе происходитъ путемъ сближенія стѣнокъ канала; на фиг. 11 виденъ еще слѣдъ этого сближенія въ видѣ тонкой линіи. Края отверстія углубленій жаберныхъ трубокъ видны также довольно ясно и въ продолженіе дальнѣйшихъ стадій развитія. Послѣ замыканія жаберныхъ каналовъ расширенія ихъ принимаютъ форму замкнутыхъ трубокъ, лежащихъ въ центральной ячеистой массѣ, и покрытыхъ сверху нижней стѣнкой клоаки, а снизу — верхней стѣнкой глоточной полости.

На фиг. 12 представленъ поперечный разрѣзъ зародыша въ стадіи окончательнаго образованія жаберныхъ трубокъ.

Изъ этой фигуры видно, что зачатокъ жабернаго аппарата, образовавшійся изъ соприкасающихся другъ съ другомъ стѣнокъ глотки и клоаки, имѣетъ слѣдующій составъ (фиг. 12; 12А). Въ центрѣ его находится ямка — остатокъ отъ прѣжняго клоакальнаго канала, отмѣченнаго выше; по обѣимъ сторонамъ его находятся жаберные валики (фиг. 12), заключающіе въ себѣ жаберныя трубки *cbr*, а по обѣимъ сторонамъ жаберныхъ валиковъ стѣнки клоаки и глотки плотно срастаются другъ съ другомъ въ пластинки, которыя позднѣе прорываются отверстіями — жаберныя отверстія (*tbr*). Если мы сравнимъ это устройство жабернаго аппарата сальпы съ жабернымъ аппаратомъ другихъ туникатъ, напр. асцидій, то не трудно опредѣлить гомологію этихъ частей. Жаберныя отверстія сальпы, какъ происходящія отъ прорыва глоточной полости въ клоаку соотвѣтствуютъ жабернымъ отверстіямъ (*tremata*) асцидій. Жаберные валики, или такъ называемыя жабры сальпы будутъ представлять слѣдовательно гомологъ тѣхъ перекладинъ, лежащихъ между трематами, которыя содержатъ сосуды жабры. Такъ какъ у сальпы количество жаберныхъ отверстій изведено до одной пары, то перекладина между ними будетъ сведена до одной, такъ называемой жабры сальпы, которая, также какъ



Фиг. 12. Поперечный разрѣзъ черезъ зародышъ съ образовавшимися жаберными мѣшками: клоакальными (*tbr*) и глоточными (*cbr*). Буквы какъ на предыдущихъ фигурахъ. (Zeiss. Aposchr. 2-4-1, 5).

перекладины у сальпъ функціонируетъ въ качествѣ органа проводящаго кровь, подлежащую окисленію.

Въ слѣдующихъ стадіяхъ развитія (фиг. 13, 13 А) жаберныхъ трубокъ уже не видно п слѣда. По всей вѣроятности онѣ распадаются на отдѣльныя клѣтки, которыя затѣмъ уносятся кровью. Мнѣ не приходилось видѣть самаго процесса распаденія, но я заключаю о немъ изъ того, что жабра въ стадіяхъ, изображенныхъ на фиг. 13, 13 А состоитъ изъ одного слоя клѣтокъ, ограничивающихъ кровяной спускъ. Между этими клѣтками паходятся какъ калиммоциты, такъ и бластомеры, очень рѣзко отличающіеся другъ отъ друга строеніемъ своихъ ядеръ. Жабра состоитъ въ этой стадіи развитія изъ двухъ симметричныхъ половинокъ, связанныхъ между собою еще однослойною перемычкою на нѣкоторыхъ разрѣзахъ. Каждая половина имѣетъ свою отдѣльную полость. На разрѣзѣ фиг. 13 А полости обѣихъ половинокъ начинаютъ уже соединяться. Въ концѣ концовъ обѣ половины жаберы сливаются въ одну общую трубку, верхняя стѣнка которой гораздо тоньше нижней (фиг. 8 br).

Описанный сейчасъ способъ развитія жаберы я наблюдалъ покуда только у *S. fusiformis*. У *S. zonaria* я не видѣлъ ничего похожаго на жаберныя трубки, вслѣдствіе чего развитіе жаберы у нея идетъ гораздо проще. Вообще въ развитіи сальпъ можно встрѣтиться съ такими сюрпризами, когда у одного вида органы образуются иначе чѣмъ у другого, или имѣются такіе зачатки, которыхъ у другого нѣтъ.

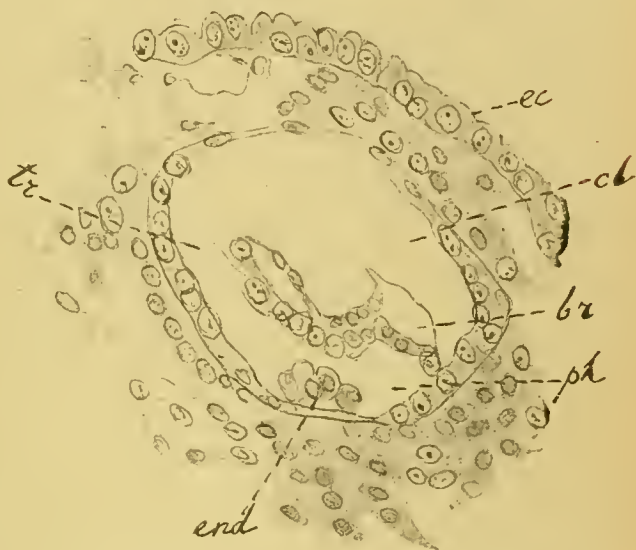
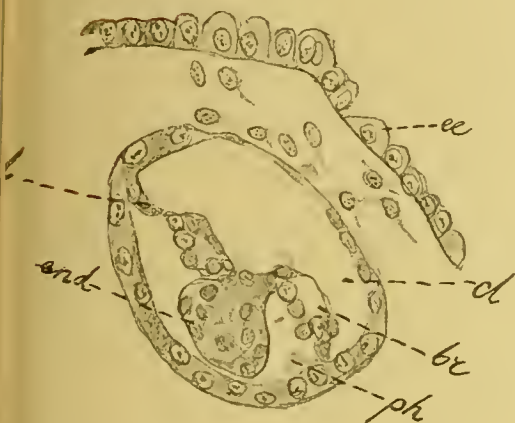
На описанныхъ сейчасъ разрѣзахъ (фиг. 13, 13 А), отъ перемычки между обѣими половинами жаберы, отходитъ внутрь глоточной полости круглый комокъ клѣтокъ, состоящій, судя по ядрамъ ихъ, изъ калиммоцитовъ (*end*). Это и есть эндофарингеальный стволъ Гейдера. Судя по его положенію въ дыхательной полости, слѣдуетъ заключить, что онъ образуется изъ калиммоцитовъ центральной ячеистой массы. Сравнивая разрѣзы фиг. 13 и 13 А между собою, не трудно заключить, что на фиг. 13 А, гдѣ эндофарингеальный стволъ лежитъ на днѣ глоточной полости, отрѣзана только нижняя часть его. Изъ этого положенія эндофарингеального ствола Коротневъ заключаетъ, что онъ образуется въ нижней части глоточной полости. Такое заключеніе ошибочно, такъ какъ на фиг. 13 можно вполне убѣдиться, что онъ образуется въ верхней части этой полости, гдѣ онъ и прикрѣпленъ. Онъ лежитъ именно въ той области, гдѣ прежде лежала центральная ячеистая масса, помѣщающаяся послѣ сформированія глоточной полости между клоакой и глоткой. Отсюда она выдѣляется внутрь глоточной полости, какъ сказано выше, и здѣсь виситъ сначала въ видѣ ствола, состоящаго изъ клѣ-

токъ, каллимоцитовъ, а потомъ разсыпаящагося на отдѣльныя клѣтки, странствующія въ дыхательной полости.

Эндофарингеальный стволъ свойственъ не одной только *S. fusiformis*. Онъ былъ наблюдаемъ и у другихъ видовъ салпъ и при томъ гораздо болѣе

Фиг. 13А.

Фиг. 13.



Фиг. 13, 13А. Поперечные разрѣзы черезъ зародышъ во время образованія эндофарингеальнаго ствола (*end*) и жаберныхъ щелей (*tr*); *br*—жабра; *l*—пластинка, прикрѣпляющая жабру къ стѣнкѣ дыхательной полости остатокъ соединенныхъ вмѣстѣ стѣнокъ клоакальнаго и глоточнаго жаберныхъ мѣшковъ; остальные буквы какъ на предыдущихъ разрѣзахъ. (Zeiss. Arch. 2 + 1, 5).

развитымъ, чѣмъ у *S. fusiformis*. Способъ образованія его также различенъ у разныхъ видовъ салпъ. У *S. punctata* онъ проникаетъ изъ мезоэнтодермальной массы какъ въ полость клоаки, такъ и въ полость глотки (см. мой Neue Unters. über die embryonale Entwickl. d. Salpen. Mitth. aus der zool. Station zu Neapel Bd. IV) въ видѣ большого количества клѣтокъ, разсѣянныхъ въ этихъ полостяхъ. У *S. punctata* мнѣ не удалось прослѣдить дальнѣйшую судьбу эндофарингеальныхъ клѣтокъ. У *S. zonaria* мнѣ удалось убѣдиться, что эндофарингеальныя клѣтки служатъ питательнымъ матерьяломъ для зародыша. Въ извѣстныхъ стадіяхъ развитія клѣтки глоточной стѣнки вытягиваются внутрь глоточной полости въ видѣ пальцевидныхъ отростковъ, которыми онѣ присасываются къ проходящимъ мимо эндофарингеальнымъ клѣткамъ, ловятъ ихъ такимъ образомъ и высасываютъ ихъ содержимое. По всей вѣроятности и у другихъ видовъ салпъ происходитъ

то же самое: клѣтки, попавшія въ глоточную полость поѣдаются эпителиальными клѣтками ея стѣнокъ.

Образованіе *жаберныхъ щелей* происходитъ послѣ того, какъ вполне развилась жабра, т. е. послѣ того, какъ образовались и затѣмъ разрушились жаберныя трубки. Симметричный двойной зачатокъ жаберы превращается въ одиночную жабру; когда начинается этотъ процессъ, весьма несложный и состоящій въ сліяніи обонхъ зачатковъ жаберы, по бокамъ жабернаго ствола прерываются стѣнки соединенныхъ стѣнокъ глотки и клоаки отверстіями — жаберными щелями. На фиг. 13 А съ лѣвой стороны уже образовалась жаберная щель, съ правой — жабра подвѣшена еще къ стѣнкѣ глотки. На фиг. 13 жабра подвѣшена съ обѣихъ сторонъ тонкими пластинками къ стѣнкѣ дыхательной полости. Эти пластинки (фиг. 13 В) составляютъ, какъ нетрудно убѣдиться сравненіемъ съ предыдущею стадіею развитія (фиг. 12 *lbr* и *cbr*), остатокъ соединенія жаберныхъ мѣшковъ глоточной и клоакальной полостей съ боковъ жаберы. Въ стадіи фиг. 12 въ этой пластинкѣ можно, конечно, различить два слоя: клоакальную и глоточную стѣнки; на фиг. 13 она состоитъ изъ одного слоя сплюснутыхъ клѣтокъ. При такой нѣжности строевія, конечно такая пластинка, связывающая жаберы со стѣнкою дыхательной полости, легко можетъ разорваться и дать начало образованію жаберной щели.

Въ заключеніе, надо упомянуть еще объ одномъ образованіи, не относящемся прямо къ развитію дыхательной полости, но появляющемся именно въ періодъ ея развитія. Это, именно, клѣтки, появляющіяся въ полости материнскихъ клоакальных складокъ, между ними и зародышемъ. Въ стадіяхъ, изображенныхъ на фигурахъ 1, 1 А, 2, 3 и 4 А въ верхней части этой полости появляются маленькія клѣтки (*cr*), повидимому подвижныя и снабженные очень темно окрашенными ядрами. Я не могъ прослѣдить происхожденія этихъ клѣтокъ и могу высказать въ этомъ отношеніи только предположеніе. Принимая во вниманіе, что эти клѣтки появляются только въ верхней части полости клоакальных складокъ, гдѣ гораздо раньше лежитъ остатокъ яйцевода, я предполагаю, что эти клѣтки, по всей вѣроятности, происходятъ отъ распавшагося яйцевода.

О новомъ видѣ *Helicoprion* (*Helicoprion Clerci*, n. sp.).

Предварительное сообщеніе.

А. Карпинскаго.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 27 апрѣля 1916 г.).

Извѣстный американскій ученый С. В. Eastman отмѣтилъ въ 1905 году поучительность и неожиданность нѣкоторыхъ палеонтологическихъ открытій послѣднихъ предшествовавшихъ лѣтъ, указавъ особенно на *Pareiasaurus* среди рептилій, *Helicoprion* среди рыбъ и *Daemonehelix* (*Daemonelix*) — между проблематическими формами. Природа послѣдняго ископаемаго съ тѣхъ поръ, повидному, окончательно разгадана. Свѣдѣнія объ ископаемыхъ рептиліяхъ сильно увеличились многими замѣчательными открытіями, а парейазавры и сопутствующія имъ формы, благодаря работамъ Амалицкаго и С. Двинѣ, продолжаютъ обогащаться совершенно исключительнымъ, по научному значенію, матеріаломъ. Выдающійся интересъ и значеніе имѣютъ и новыя открытія остатковъ млекопитающихъ въ третичныхъ отложенияхъ юга Европейской Россіи и Тургайской области, остатковъ почти невѣроятной сохранности одной изъ древнѣйшихъ, средне-кембріейской фауны въ Канадѣ и пр., и пр. Истмавъ, какъ ихтіологъ по преимуществу, остановился на *Helicoprion* и родственныхъ ему формахъ *Edestus* и другихъ и опубликовалъ перечень литературныхъ данныхъ объ этихъ своеобразныхъ ископаемыхъ¹. Съ тѣхъ поръ интересъ къ нимъ не уменьшился, и литература продолжаетъ довольно быстро пополняться новыми и новыми данными.

Самою обильною областью распространенія и разнообразія едестидъ являются Соединенные Штаты С. Америки, а затѣмъ Европейская Россія, гдѣ найдено не менѣе 4-хъ видовъ *Edestus*; остатки же *Helicoprion*, извѣстные теперь почти изъ всѣхъ частей свѣта, кромѣ Африки и Южнаго полярнаго материка, наиболѣе часты въ Россіи, особенно на Уралѣ и притомъ главнымъ образомъ въ одномъ мѣстѣ, около Красноуфимска. Они до сихъ поръ принадлежали здѣсь къ одному виду, *H. Bezsonovi* (другой видъ, пока не описанный, найденъ А. П. Ивановымъ въ Московской губ.).

Недавно М. О. Клеръ прислалъ мнѣ только что доставленные изъ Красноуфимска² нижеперомъ Д. Д. Карпинска въ Уральское Общество Лю-

¹ Amer. Naturalist. XXXIX, p. 405.

² Изъ уральскихъ отложений Дивьей горы.

бптелей Естествознанія 5 обломковъ новаго вида *Helicoprion*, отличающагося многими существенными признаками. Три изъ этихъ обломковъ были мною склеены, по найденнымъ поверхностямъ соприкосновенія, какъ это показано

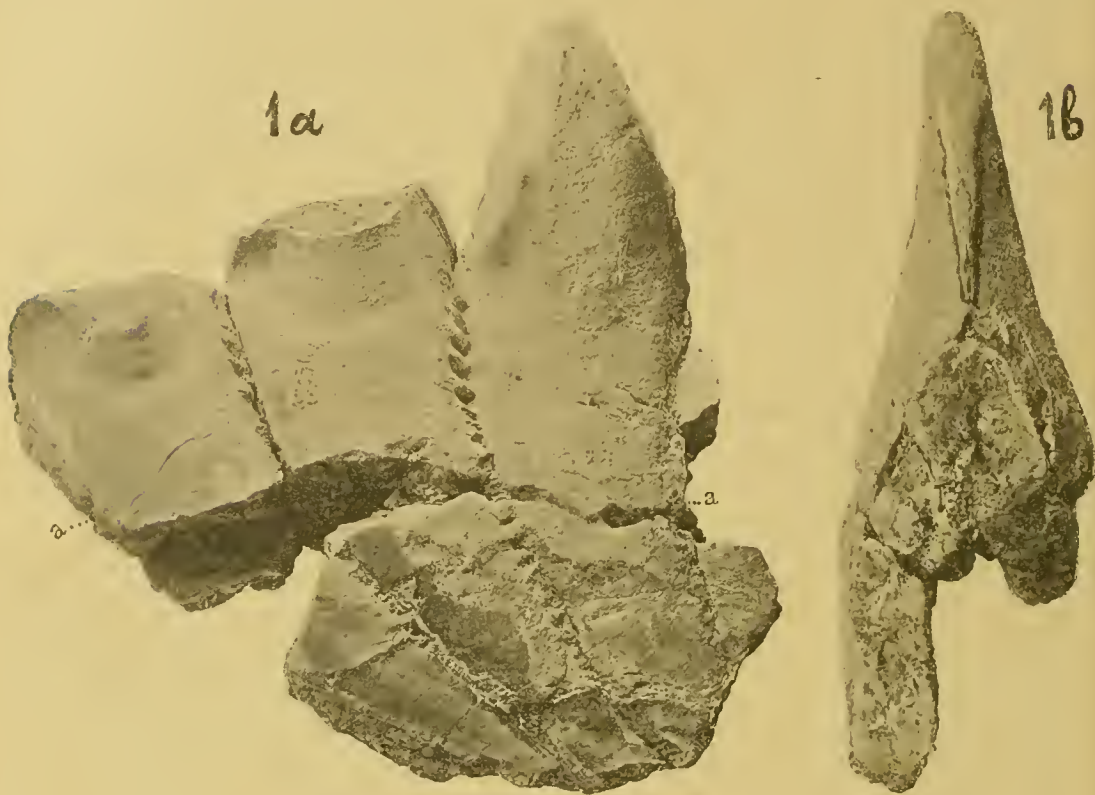


Рис. 1. *Helicoprion Clerci*, n. sp. Натур. вел. Экземпляръ составленъ изъ трехъ обломковъ. 1а — боковой видъ; 1б — поперечный видъ. Эмаль сохранилась мѣстами. У новѣйшихъ, обломанныхъ сверху зубовъ, ниже ихъ основанія, гдѣ толщина сегментовъ быстро увеличивается, находятся дугообразныя складки, явственно замѣтныя на рис. 1а. На вершинѣ продольной выемки въ основаніи сегментовъ сохранились остатки выѣцавшей породы (зеленоватого мергеля), оставленные тамъ какъ свидѣтельство, что выемка не образовалась послѣдствіе разлома ископаемаго при добычѣ породы. На боковомъ изображеніи мѣста вершины выемки отлѣчены буквами а, а.

на рис. 1а. Остальные два обломка, рис. 2а и б и рис. 3, безъ сомнѣнія принадлежать этому же экземпляру, разбитому при добычѣ породы, когда, вѣроятно, значительная его часть была утеряна или не собрана.

Прежде всего бросается въ глаза, кромѣ наибольшихъ размѣровъ, какіе до сихъ поръ, были наблюдаемы у сегментовъ *Helicoprion*, массивность этихъ сегментовъ у новаго ископаемаго, форма его зубовъ, а также и зазубренность по краямъ эмалевыхъ полосъ ниже основанія обособленныхъ зубовъ, отсутствующая у всѣхъ ранѣе извѣстныхъ видовъ *Helicoprion* и

вообще едестидъ; наконецъ не наблюдалось и такой глубокой выемки въ основаніи оборота спирали.

Массивность зубовъ и сегментовъ выражается отношеніями ихъ размѣровъ. Найденный отдѣльно меньшій зубъ (рис. 2), высотой въ 24 мм.,



Рис. 2. *Helicoprion Clerci*, n. sp. Натур. вел. Вершина выемки заполнена мергелемъ.

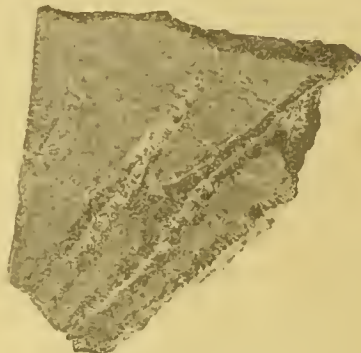


Рис. 3. Обломокъ лѣвой нижней части 4-хъ сегментовъ *Helicoprion Clerci*. Натур. вел. Поверхность образца при добычѣ отчасти стерта. Эмаль сохранилась лишь мѣстами.

имѣетъ ширину въ 29 мм., при толщинѣ у основанія зуба въ 15 мм., увеличивающейся ниже, на сегментѣ, на двойномъ разстояніи отъ вершины зуба, почти вдвое. Сравнивая этотъ меньшій зубъ съ наибольшимъ, непосредственно измѣреннымъ зубомъ *Helicoprion Bezsonovi*, мы видимъ, что послѣдній только на 4 мм. ниже перваго, ширина котораго почти въ 2 раза, а толщина почти въ 3 раза достигаетъ большей величины, чѣмъ у *H. Bezsonovi*. Кромѣ того, вершина зубовъ послѣдняго вида и всѣхъ извѣстныхъ до настоящаго времени видовъ *Helicoprion* и вообще едестидъ является заостренной; зубы же новой формы заканчиваются тупой вершиной, діаметръ полукруглаго поперечнаго разрѣза которой достигаетъ у меньшаго зуба $7\frac{1}{2}$ мм. У большаго зуба этой формы (длина — 34 мм., шир. — 30 мм., толщ. — 19 мм.) вершина имѣетъ такую же форму, но она болѣе узка (соотвѣствующій діаметръ = 6 мм.). Передній край (ребро) зуба¹ образуетъ пологую дугу, постепенно склоняющуюся назадъ къ вершинѣ, около которой дуга круто закругляется къ заднему ребру. Переднее ребро не является рѣжущимъ, какъ у всѣхъ другихъ *Helicoprion*, но закругленнымъ, тупымъ, суживающимся къ основанію, гдѣ эмаль и образовала небольшую

¹ Передній край зубовъ *Helicoprion* находится на той сторонѣ, куда направлены основанія сегментовъ (эмалевыхъ полосъ), что слѣдуетъ считать окончательно установленнымъ.

рѣжущую нижнюю часть ребра. Задний же край отъ округленнотупой вершины является рѣжущимъ, долотообразно заостреннымъ, и, насколько удалось мѣстами отпрепарировать тонкій рѣжущій край эмали, лишеннымъ всякой зазубренности, такъ свойственной почти всѣмъ едестидамъ.

Средняя выступающая наружу часть сегментовъ, покрытая эмалью, сливается съ дугообразнымъ продолженіемъ выпзъ и впередъ суживающейся эмалевой полосы.

Какъ показываютъ рисунки 1 а и 3, края эмалевыхъ полосъ, въ противоположность простымъ рѣжущимъ краямъ самого зуба и краямъ эмалевыхъ полосъ всѣхъ другихъ видовъ *Helicoprion*, снабжены относительно большими, книзу косвенно направленными зубцами съ передней стороны¹ и приблизительно вдвое меньшими со стороны задней, гдѣ они скорѣе имѣютъ видъ появляющихся у края и загибающихся за него поперечныхъ округленныхъ ребрышекъ, какъ это видно на обломкѣ рис. 3 и, въ увеличенномъ видѣ, на рис. 4. Передними зубцами новый сегментъ какъ бы захватываетъ сегментъ предыдущій, совершенно или почти не оставляя промежутковъ между ними. Самое окончаніе эмалевыхъ полосъ у основанія ископаемаго, судя по одному сохранившемуся концу, имѣетъ болѣе сложный контуръ (показанный въ увеличенномъ видѣ на рис. 4), чѣмъ простое постепенное суживаніе или заостреніе, наблюдаемое у другихъ видовъ.

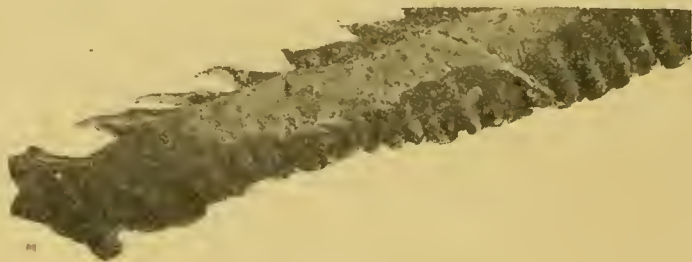


Рис. 4. Сохранившійся нижній конецъ наружной части сегмента.
Нижній сегментъ на рис. 3; увелич. 3½ раза.

Наконецъ весьма отличительнымъ признакомъ новаго вида является глубокая выемка въ основаніи, проникающая, вѣроятно, не менѣе какъ до половины высоты сегментовъ. На горизонтѣ вершинной части этой выемки и находится наибольшая толщина сегмента.

Гистологическое строеніе ископаемаго, хорошо различимое на поверхности его изломовъ, вполне аналогично съ изслѣдованнымъ у *Helicoprion Bezsonovi*. На поперечномъ разломѣ сегментовъ видно, что продольнаго канала, идущаго вдоль всей спирали, у новаго вида нѣтъ; нѣтъ и менѣе

¹ Иногда нѣсколько изогнутыми и снабженными продольнымъ ребрышкомъ.

правильнаго нижняго канала. Все пространство, соотвѣтствующее положенію ихъ въ сегментахъ *H. Bezsonovi*, занято выемкой, какъ будто губчатый вазодентинъ внутренней части спирали, особенно отчетливо ограниченный и различающійся на нѣкоторыхъ поперечныхъ сѣ разрѣзахъ (напр. на изображенномъ на фиг. 1, табл. III, Зап. II. Ак. Наукъ, т. VIII, № 7, 1899), вмѣстѣ съ примыкающей частью, вмѣщающей продольный каналъ, замѣщенъ у новаго вида мягкими частями, съ тѣмъ лишь отличіемъ что толщина сегментовъ, ниже указаннаго горизонта, не увеличивается. Губчатый же вазодентинъ, находящійся выше, наблюдается и въ сегментахъ новаго вида.

Вмѣстѣ съ изслѣдованными обломками была найдена часть весьма своеобразнаго ихтиодорулита, судя по характеру сохраненія и по сопровождающей породѣ, принадлежащаго къ этому же ископаемому. Ихтиодорулитъ не имѣетъ никакого сходства съ зубнымъ спиральнымъ аппаратомъ *Helicoprion*, который нѣкоторыми, повидимому, продолжаетъ считаться за шипъ.

Итакъ, новый видъ *Helicoprion* отличается отъ всѣхъ другихъ формъ этого рода¹. Сопоставленія, сдѣланныя въ одинаковомъ масштабѣ на рис. 5, въ достаточной мѣрѣ это подтверждаютъ. Часть отличительныхъ признаковъ настолько существенна, что нѣкоторые палеонтологи нашли бы ихъ достаточными для установленія новаго рода, отчего я пока воздерживаюсь, до полученія новыхъ матеріаловъ, отчасти повидимому уже имѣющихся, и тѣхъ, которые въ ближайшее время могутъ быть найдены.

Я посвящаю новый видъ *Helicoprion Clerci* имени Онисима Егоровича Клера (О. Clerc), учредителя, секретаря, почетнаго секретаря и наконецъ Президента Уральскаго Общества Любителей Естествознанія, такъ много и неустанно содѣйствовавшаго научнымъ задачамъ Общества и благоустройству его Музея.

Въ заключеніе — одно замѣчаніе. Сегменты другихъ видовъ *Helicoprion* прикрѣплялись къ животному, не только частью основанія, непокрытаго эмалью, но и по поднимающимся до половины сегмента и болѣе раздѣляющимъ ихъ промежуткамъ. Въ новомъ видѣ этихъ промежутковъ, можно сказать, не существуетъ. Поэтому надо думать, что помимо непокрытой эмалью части основанія сегментовъ, размѣры которой остаются пока неизвѣстными, сегменты поддерживались тѣми мягкими частями (мускулами, тяжами, сосудами), которыя вѣдрили въ глубокую выемку въ основаніи спирали².

¹ Сегменты внутреннихъ оборотовъ новаго вида вѣроятно были болѣе сходны съ сегментами другихъ формъ *Helicoprion*.

² На изслѣдованномъ экземплярѣ повидимому замѣчаются слѣды соединенія сегментовъ, какъ это гораздо чаще и яснѣе наблюдается у видовъ *Edestus*, обособленные сегменты которыхъ встрѣчаются иногда и отдѣльно. Возстановленіе ихъ у новаго вида *Helicoprion*, если я правильно представляю себѣ ихъ форму, можетъ подать лишній поводъ къ выдѣленію его въ особый родъ.

Интересно остановиться на разнообразіи едестидъ, на рѣдкомъ нахожденіи ихъ остатковъ при широкомъ географическомъ распространеніи, обнимающемъ очень короткое, въ геологическомъ смыслѣ, время. Все разнообразіе типическихъ видовъ рода *Edestus* ограничивается верхней каменно-

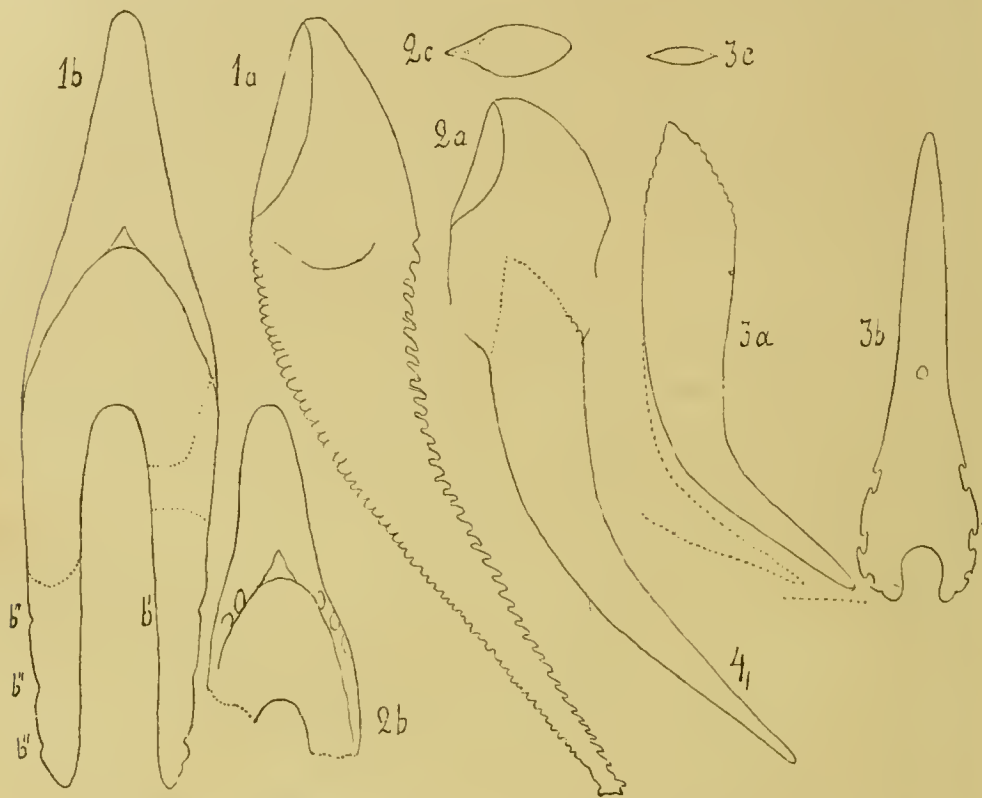


Рис. 5. Сравненіе *Helicoprion Clerci* съ нѣкоторыми другими видами. $\frac{3}{4}$ натур. вел.

Фиг. 1 и 2. *Helicoprion Clerci*, n. sp. 1a — видъ сбоку реставрированной наружной части сегмента. Фиг. 1b — реставрированный поперечный разрѣзъ ископаемаго черезъ середину зуба. Часть b' реставрирована по обломку рис. 3. Обломокъ этотъ ориентированъ по общему направленію волоконъ вазодентина и гаверзовыхъ каваловъ (соотвѣтствующему въ основной части *Helicoprion* спиральному очертанію оборотовъ) и по ширинѣ эмалевыхъ полосъ на обломкѣ. — Пересѣченія разрѣзомъ наружныхъ границъ сегментовъ означены черезъ b".

Фиг. 2a. — боковой видъ меньшаго зуба, рис. 2a. Фиг. 2b. — поперечный видъ (рис. 2b). Фиг. 2c. — горизонтальный разрѣзъ на половинѣ высоты меньшаго зуба.

Фиг. 3. *Helicoprion Bezsonovi*. Фиг. 3a. — боковой видъ сегмента. Фиг. 3b. — поперечный разрѣзъ оборота. Фиг. 3c. — горизонтальный разрѣзъ зуба на половинѣ его высоты.

Фиг. 4. *Helicoprion annectans* Eastm. Очертаніе наружной боковой части сегмента (по гипсовому слѣпку съ оригинала Eastman'a). Вершина зуба реставрирована.

угольной энохой. Одинъ видъ (*Ed. minor*) повидимому можно считать космополитическимъ (Соединенные Штаты и Центральная Россія); кромѣ *Ed. minor*, еще 6 видовъ найдено исключительно въ Соединенныхъ Штатахъ и 3 или 4 — только въ Центральной Россіи; въ Англіи найденъ 1 видъ и, вѣроятно,

1 видъ въ Германіи (см. ИАН., 1911, стр. 1113, 1114). Ископаемая типа *Helicoprion* встрѣчены какъ въ самыхъ верхнихъ отложеніяхъ каменноугольной системы, такъ и въ нижнемъ горизонтѣ пермской системы, въ пермо-карбонѣ — въ Европейской Россіи, въ Артинскомъ ярусѣ, — 2 вида и въ гжельскихъ слояхъ — 1 видъ¹. Кромѣ того, весьма вѣроятно, что проблематическое ископаемое найденное Д. И. Мушкетовымъ въ Восточной Ферганѣ и относимое имъ къ *Helicoprion*, дѣйствительно представляетъ обмытый отпечатокъ спирали этого животнаго. Въ Соединенныхъ Штатахъ пзвѣстно 2 вида² и по одному виду найдено въ Японіи, въ Индіи и въ Австраліи.

Никакихъ ближайшихъ предковъ какъ бы сразу появившихся разнообразныхъ едестидъ мы не знаемъ. Неполнота геологической лѣтописи въ настоящемъ случаѣ бросается въ глаза. Dr. A. Smith Woodward сопоставляетъ эти формы съ маленькой селакіей *Protodus*, остатки которой были найдены въ нижнедевонскихъ отложеніяхъ Канады, Англіи, Шотландіи, Шпицбергена и Португаліи³. На опубликованномъ этимъ ученымъ рисункѣ черепа *Protodus scolicus* Newton видны очень маленькія дуги пзъ ряда зубовъ, расположенныя по краю челюсти. Это ископаемое сближается съ едестидами не только по дугообразному расположенію сросшихся зубовъ, но, повидимому, и по кожнымъ покровамъ пзъ полигональных зернышекъ⁴.

Если развитіе едестидъ дѣйствительно шло отъ *Protodus* или сходныхъ формъ, то въ зубной системѣ *Edestus* и *Helicoprion*, можно думать, произошло уничтоженіе гомологовъ и замѣщеніе ихъ однимъ рядомъ зубовъ, превращеннымъ въ большой органъ нападенія и защиты, какъ это непосредственно подтверждается экземпляромъ *Edestus mirus* Hay съ одною зубною дугою въ верхней и нижней челюстяхъ⁵.

Неоднократно обращалось вниманіе на явленіе, принимаемое нѣкоторыми учеными за законъ, что при филлогенетическомъ развитіи рядовъ

¹ По указанію, только что сдѣланному профессоромъ П. А. Православлевымъ въ засѣданіи Минерал. Общ. 26 апр., *Helicoprion* найденъ въ Донецкомъ бассейнѣ.

² Кромѣ родственной формы *Edestus* (*Campyloprion* Eastman, *Toxoprion* Hay) *Lecontei* Dean.

³ Quart. Journ. Geol. Soc. № 281, 1915, p. LXXI.

⁴ Зап. Уральск. Общ. Люб. Ест. XXXV, 1915, 138, рис. 14 и 15.

⁵ O. P. Hay. Proceed. U. St. Nation. Museum, v. 42, 1912, p. 31, pl. 1a, 2.

Быть можетъ, нѣкоторымъ покажется страннымъ, что передній край зубовъ у *Helicoprion Clerci* является тупымъ и массивнымъ, а задній заостреннымъ и рѣжущимъ. Но при томъ представленіи о спиральномъ аппаратѣ, которое было сдѣлано какъ объ органѣ нападенія или защиты, при загибѣ ряда зубовъ по краю челюсти, заднее рѣжущее ихъ лезвие было обращено къ полости рта и при хватаніи являлось активной стороной. При дальнѣйшемъ же ростѣ спирали, задній рѣжущій край зубовъ становился на всей части аппарата, могущей быть активной, направленнымъ впередъ.

формъ, послѣднія, достигая большой спеціализаціи и значительнаго роста, угасаютъ. Оба эти условія, какъ нельзя болѣе, подходятъ къ едестидамъ. Трудно представить себѣ размѣры животнаго, въ зубной аппаратъ котораго входила такая дуга, какъ, напримѣръ, у *Edestus giganteus* Newberry или *Ed. vorax* Leidy, или у *Helicoprion Clerci*, дѣйствительная высота найденной части оборота спирали котораго вѣроятно лишь немного уступаетъ высотѣ дуги *Ed. giganteus* и превосходитъ высоту *Ed. vorax*. Спеціализація же органовъ какъ у *Edestus*, такъ и особенно у *Helicoprion*, можно сказать, достигаетъ крайняго предѣла.

Мечущіяся почти по всему тогдашнему водному пространству, эти своеобразныя эласмобранхіи новидимому широко пользовались уже существовавшимъ въ то время огромнымъ широтнымъ средиземноморскимъ бассейномъ (Тетисомъ) и его сѣвѣрною вѣтвью, какою являлось въ верхнекаменноугольную и нижнепермскую эпохи восточная часть Европейской Россіи. Вѣтвь эта въ теченіе пермскаго періода заглохла на геологически продолжительное время. Условія, сопровождавшія такое затуханіе, не могли не повліять на уничтоженіе едестидъ въ предѣлахъ теперешней Россіи. Но такая же участь постигла ихъ повидимому всюду. Приспособленіе къ условіямъ существованія вызвали быстрое распаденіе ихъ на многія вѣтви и виды и на ихъ широкое, при вѣроятной малочисленности особей, географическое распространеніе, которое при указанной крайней спеціализаціи не спасло ихъ отъ окончательнаго вымирания¹.

¹ Изъ всѣхъ нынѣ живущихъ селахій наиболѣе аналогичной по условіямъ существованія является, какъ мнѣ кажется, *Chlamydoselachus anguineus* Garm., самая архаическая форма акулъ съ конечнымъ ртомъ, какъ у палеозойскихъ *Cladodus* (*Cladodselachus*). Не часто находящаяся у береговъ Японіи и чрезвычайно рѣдкими единичными экземплярами въ немногихъ пунктахъ, но почти на всемъ океаническомъ пространствѣ (отъ ЮЗ. Австраліи до 70° с. ш. въ С. Полярномъ Океанѣ — въ Варангерскомъ зал.) *Chlamydoselachus* также обладаетъ спеціализаціей, но благоприятной для его выживанія. Акула эта живородящая, эмбрионы ея снабжены зубами (Röse, Morpholog. Arbeit. Jena, IV, 1894, p. 199), дѣлающими ихъ при началѣ ихъ отдѣльнаго существованія не беззащитными, а амѣобразная форма животнаго способствуетъ быстротѣ и увертливости его движеній. *Chlamydoselachus anguineus* является, насколько извѣстно, единственно уцѣлѣвшимъ представителемъ и рода, и семейства.

О коэффициентѣ дисперсіи.

А. Маркова.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 27 апрѣля 1916 г.).

Не останавливаясь на вопросѣ о значеніи коэффициента дисперсіи для статистики, я имѣю въ виду въ настоящей замѣткѣ, во-первыхъ, доказать предложеніе профессора А. А. Чупрова, что математическое ожиданіе коэффициента дисперсіи въ случаѣ независимыхъ испытаній съ постоянной вѣроятностью точно равно единицѣ, если не извлекать корня квадратнаго, а придерживаться опредѣленія, принятаго въ моей книгѣ «Исчисленіе вѣроятностей» 1913 г., и, во-вторыхъ, установить для случая одинаковыхъ серій довольно простое приближенное выраженіе математическаго ожиданія квадрата отклоненія этого коэффициента отъ единицы, нѣсколько превосходящее точную величину послѣдняго математическаго ожиданія, какъ обнаруживаетъ мой выводъ.

Предложеніе о математическомъ ожиданіи коэффициента дисперсіи я связываю съ именемъ проф. А. А. Чупрова по той причинѣ, что, насколько мнѣ извѣстно, А. А. Чупровъ первый сталъ разсматривать не въ отдѣльности числитель и знаменатель этого дробнаго выраженія, но самую дробь и пришелъ къ вышеуказанному заключенію, по крайней мѣрѣ, въ случаѣ одинаковыхъ серій.

Что касается второго вопроса, то нѣкоторое рѣшеніе его давно найдено профессоромъ Л. Борткевичемъ, но оно соединено съ такими допущеніями, какихъ мы не можемъ принять, заботясь о точности и ясности опредѣленій и о полной строгости выводовъ.

§ 1. Возьмемъ общій случай нѣсколькихъ серій независимыхъ испытаній съ постоянной вѣроятностью. Число серій обозначимъ буквою σ и,

отличая ихъ нумерами 1, 2, ..., σ , обозначимъ символомъ s_i число наблюдений (испытаний) серии съ номеромъ i и символомъ x_i соответствующее число появлений отмѣченнаго событія E , наконецъ буквами n и m обозначимъ, соответственно, суммы

$$s_1 + s_2 + \dots + s_\sigma \quad \text{и} \quad x_1 + x_2 + \dots + x_\sigma,$$

буквою p постоянную вѣроятность событія E и буквою Q коэффициентъ дисперсіи для разсматриваемой совокупности серий, который опредѣляется формулой

$$Q = \frac{n(n-1) \sum_i s_i \left(\frac{x_i}{s_i} - \frac{m}{n} \right)^2}{(\sigma-1)m(n-m)} = \frac{(n-1) \left\{ \sum_i \frac{nx_i^2}{s_i} - m^2 \right\}}{(\sigma-1)m(n-m)};$$

а квадратъ его формулой

$$Q^2 = \frac{(n-1)^2}{(\sigma-1)^2} \cdot \frac{\sum_i \frac{n^2 x_i^4}{s_i^2} + 2 \sum_{i,j} \frac{n^2 x_i^2 x_j^2}{s_i s_j} - 2m^2 \sum_i \frac{n x_i^2}{s_i} + m^4}{m^2(n-m)^2}.$$

Эти выраженія Q и Q^2 теряютъ смыслъ при $m=0$ и при $m=n$, когда ихъ числители и знаменатели обращаются въ нуль; въ указанныхъ исключительныхъ случаяхъ мы будемъ считать $Q=Q^2=1$.

Для вычисленія математическихъ ожиданій Q и Q^2 мы должны помножить приведенныя ихъ выраженія на вѣроятность

$$P$$

совокупности чиселъ

$$x_1, x_2, \dots, x_\sigma$$

равную произведенію

$$\frac{s_1!}{x_1! s_1 - x_1!} \cdot \frac{s_2!}{x_2! s_2 - x_2!} \cdots \frac{s_\sigma!}{x_\sigma! s_\sigma - x_\sigma!} p^m q^{n-m},$$

гдѣ $q = 1 - p$, и составить суммы

$$\sum PQ \quad \text{и} \quad \sum PQ^2$$

для всѣхъ возможныхъ совокупностей

$$x_1, x_2, \dots, x_\sigma.$$

Это суммирование, которое не слѣдуетъ смѣшивать съ \sum_i и $\sum_{i,j}$, мы разобьемъ на двѣ операціи: въ первомъ суммированіи мы будемъ предполагать сумму

$$x_1 + x_2 + \dots + x_\sigma,$$

обозначенную буквою m , неизмѣнною, а во второмъ намъ придется измѣнять одно число m . Такую послѣдовательность операцій можно, при помощи двухъ знаковъ Σ , изобразить такъ

$$\sum_{m=0, 1, 2, \dots, n} \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} PQ \quad \text{и} \quad \sum_{m=0, 1, 2, \dots, n} \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} PQ^2.$$

При первомъ суммированіи знаменатели $m(n-m)$ и $m^2(n-m)^2$ выражений Q и Q^2 сохраняютъ постоянныя значенія и потому задача о разысканіи суммъ

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} PQ \quad \text{и} \quad \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} PQ^2$$

сводится къ разысканію суммъ

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P, \quad \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} Px_i^2, \quad \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} Px_i^4, \quad \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} Px_i^2 x_j^2,$$

гдѣ i и j означаютъ какіе-нибудь два значка нашей системы $1, 2, 3, \dots, \sigma$, остающіеся при суммированіи неизмѣнными.

Для разысканія всѣхъ этихъ суммъ вводимъ $\sigma + 1$ произвольныхъ величинъ

$$\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_\sigma, t$$

и составляемъ ихъ функцію

$$W = (pte^{\xi_1} + q)^{s_1} \dots (pte^{\xi_i} + q)^{s_i} \dots (pte^{\xi_\sigma} + q)^{s_\sigma},$$

которая разлагается на слагаемыя

$$Pt^{x_1+x_2+\dots+x_\sigma} e^{x_1 \xi_1 + x_2 \xi_2 + \dots + x_\sigma \xi_\sigma}.$$

Чтобы найти при помощи W сумму

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P,$$

стоитъ только приравнять всѣ ξ_i нулю и затѣмъ, разложивъ полученное такимъ образомъ выраженіе

$$W_{\xi_1=\xi_2=\dots=\xi_\sigma=0} = (pt + q)^n$$

по степенямъ t , взять коэффициентъ при t^m :

$$\frac{1.2.3\dots n}{1.2\dots m.1.2\dots(n-m)} p^m q^{n-m},$$

который и будетъ равенъ искомой суммѣ $\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P$.

Подобнымъ же образомъ коэффициенты при t^m въ выраженіяхъ

$$\left(\frac{d^2 W}{d\xi_i^2}\right)_{\xi_1=\xi_2=\dots=\xi_\sigma=0}, \quad \left(\frac{d^4 W}{d\xi_i^4}\right)_{\xi_1=\xi_2=\dots=\xi_\sigma=0}$$

и

$$\left(\frac{d^4 W}{d\xi_i^2 d\xi_j^2}\right)_{\xi_1=\xi_2=\dots=\xi_\sigma=0}$$

будутъ, соответственно, равны суммамъ

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P x_i^2, \quad \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P x_i^4, \quad \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P x_i^2 x_j^2.$$

Послѣднія суммы намъ надо разсматривать только при $0 < m < n$, такъ какъ согласно установленному опредѣленію

$$\sum_{m=0} P Q = \sum_{m=0} P Q^2 = q^n \quad \text{и} \quad \sum_{m=n} P Q = \sum_{m=n} P Q^2 = p^n.$$

Оставаиваясь сначала, для вычисленія математическаго ожиданія Q , на первой изъ только что указанныхъ суммъ, находимъ

$$\left\{\frac{d^2 W}{d\xi_i^2}\right\}_{\xi_1=\xi_2=\dots=\xi_\sigma=0} = s_i p t (pt + q)^{n-1} + s_i (s_i - 1) p^2 t^2 (pt + q)^{n-2}$$

и отсюда выводимъ

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P \frac{n x_i^2}{s_i} = \left\{ \frac{n-1!}{m-1! n-m!} + (s_i - 1) \frac{n-2!}{m-2! n-m!} \right\} n p^m q^{n-m}.$$

Слѣдовательно

$$\begin{aligned} & \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} P \left\{ \frac{nx_1^2}{s_1} + \frac{nx_2^2}{s_2} + \dots + \frac{nx_\sigma^2}{s_\sigma} - m^2 \right\} = \\ & = \frac{1.2.3\dots(n-2).n}{1.2\dots(m-1).1.2\dots(n-m)} \{ \sigma(n-1) + (n-\sigma)(m-1) - m(n-1) \} p^m q^{n-m} \\ & = \frac{(\sigma-1).1.2.3\dots(n-2).n}{1.2\dots(m-1).1.2\dots(n-m-1)} p^m q^{n-m} \end{aligned}$$

и потому

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} PQ = \frac{1.2.3\dots n}{1.2\dots m.1.2\dots(n-m)} p^m q^{n-m}.$$

Эта формула выведена нами при $0 < m < n$, а раньше она была установлена при $m = 0$ и при $m = n$. Произведя второе суммирование, получаемъ предложеніе профессора А. А. Чупрова

$$\sum_{m=0,1,2,\dots,n} \sum_{x_1+x_2+\dots+x_\sigma=m} PQ = (p+q)^n = 1.$$

Переходя къ математическому ожиданію $(Q-1)^2$, которое въ силу доказаннаго равно разности

$$\text{мат. ожд. } Q^2 - \sum_{m=0,1,2,\dots,n} \frac{n!}{m! (n-m)!} p^m q^{n-m},$$

мы ограничимся случаемъ, когда всѣ числа $s_1, s_2, \dots, s_\sigma$ имѣютъ одно и тоже значеніе s .

Въ этомъ частномъ случаѣ Q приводится къ единицѣ при $m = 1$ и при $m = n-1$, какъ показываетъ прямое вычисленіе; такъ что въ выраженіи

$$\text{мат. ожд. } Q^2 - (p+q)^n$$

пропадаютъ не только старшія степени p и q , но и произведенія $p^{n-1}q$ и pq^{n-1} . И на основаніи формулъ

$$\begin{aligned} \frac{1}{s} \left\{ \frac{d^4 W}{d \xi_i^4} \right\}_{\xi_1=\xi_2=\dots=\xi_\sigma=0} &= pt(pt+q)^{n-1} + 7(s-1)p^2t^2(pt+q)^{n-2} \\ &+ 6(s-1)(s-2)p^3t^3(pt+q)^{n-3} + \\ &+ (s-1)(s-2)(s-3)p^4t^4(pt+q)^{n-4} \end{aligned}$$

II

$$\frac{1}{s^2} \left\{ \frac{d^4 W}{dz_i^2 dz_j^2} \right\}_{z_1=z_2=\dots=z_5=0} = p^2 t^2 (pt+q)^{n-2} + 2p^3 t^3 (s-1)(pt+q)^{n-3} \\ + (s-1)^2 p^4 t^4 (pt+q)^{n-4}$$

безъ большого труда находимъ

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_5=m} P(Q^2-1) = \frac{1.2.3\dots(n-4)(n-1)np^m q^{n-m}}{(\sigma-1)^2 1.2.3\dots(m-1)m^2.1.2\dots(n-m)(n-m)^2} R^{(m)},$$

гдѣ

$$R^{(m)} = \sigma^2(n-3)(n-2)(n-1)^2 + 7\sigma^2(s-1)(n-3)(n-2)(n-1)(m-1) \\ + 6\sigma^2(s-1)(s-2)(n-3)(n-1)(m-1)(m-2) + \\ + \sigma^2(s-1)(s-2)(s-3)(n-1)(m-1)(m-2)(m-3) \\ + n\sigma(\sigma-1)(n-3)(n-2)(n-1)(m-1) + \\ + 2n\sigma(\sigma-1)(s-1)(n-3)(n-1)(m-1)(m-2) \\ + n\sigma(\sigma-1)(s-1)^2(n-1)(m-1)(m-2)(m-3) \\ - 2m\sigma^2(n-3)(n-2)(n-1)^2 \\ - 2m^2(n-\sigma)(n-3)(n-2)(n-1)(m-1) \\ + m^3(n-3)(n-2)(n-1)^2 - (\sigma-1)^2 m(n-m)^2(n-3)(n-2).$$

Для облегченія изслѣдованія довольно сложнаго выраженія $R^{(m)}$ можно воспользоваться тѣмъ обстоятельствомъ, что Q не измѣняетъ своей величины при замѣнѣ всѣхъ чиселъ x_i разностями $s - x_i$, что ведетъ къ замѣнѣ числа m разностью $n - m$. Въ силу этого обстоятельства имѣетъ

$$p^{n-m} q^m \sum_{x_1+x_2+\dots+x_5=m} P(Q^2-1) = p^m q^{n-m} \sum_{x_1+x_2+\dots+x_5=n-m} P(Q^2-1)$$

и потому

$$m R^{(m)} = (n-m) R^{(n-m)}.$$

Отсюда прежде всего слѣдуетъ, что $R^{(m)}$ содержитъ множитель $n - m$. Установивъ затѣмъ прямою выкладною равенство

$$R^{(1)} = 0,$$

мы раскрываемъ присутствіе въ выраженіи $R^{(m)}$, которое представляетъ цѣлую функцію третьей степени относительно m , не только множителя $m-1$, но и множителя $n-m-1$. Слѣдовательно $R^{(m)}$ дѣлится на произведеніе

$$(n-m)(n-m-1)(m-1)$$

и для полнаго его опредѣленія остается разсмотрѣть только коэффициентъ при m^3 равный выраженію

$$\begin{aligned} A = & \sigma^2(s-1)(s-2)(s-3)(n-1) + n\sigma(\sigma-1)(s-1)^2(n-1) + \\ & + (n-3)(n-2)(n-1)^2 - (\sigma-1)^2(n-3)(n-2) \\ & - 2(n-\sigma)(n-3)(n-2)(n-1), \end{aligned}$$

гдѣ $n = s\sigma$. Соединяя послѣдніе три члена выраженія A , находимъ

$$\begin{aligned} & (n-3)(n-2)(n-1)^2 - 2(n-\sigma)(n-3)(n-2)(n-1) - (\sigma-1)^2(n-3)(n-2) \\ & = - (n-3)(n-2)(n-\sigma)^2 = - \sigma^2(s-1)^2(n-3)(n-2), \end{aligned}$$

что даетъ намъ возможность выдѣлить изъ A множитель $\sigma^2(s-1)$. Дальнѣйшее вычисленіе ведемъ такъ:

$$\begin{aligned} A = & \sigma^2(s-1) \{ (s-2)(s-3)(n-1) + (n-s)(s-1)(n-1) - (s-1)(n-2)(n-3) \} \\ = & \sigma^2(s-1) \{ (s-2)(s-3)(n-1) - (s-2)(s-1)(n-1) \\ & + (n-2)(s-1)(n-1) - (s-1)(n-2)(n-3) \} \\ = & 2\sigma^2(s-1) \{ -(n-1)(s-2) + (n-2)(s-1) \} = 2\sigma^2(s-1)(n-s) \\ = & 2\sigma^2 s(s-1)(\sigma-1). \end{aligned}$$

Итакъ

$$\sum_{x_1+x_2+\dots+x_s=m} P(Q^2-1) = \frac{2\sigma^2 s(s-1)}{(\sigma s-2)(\sigma s-3)(\sigma-1)} \cdot \frac{m-1}{m} \cdot \frac{n-m-1}{n-m} \cdot \frac{1 \cdot 2 \dots n}{1 \cdot 2 \dots m \cdot 1 \cdot 2 \dots (n-m)} p^m q^{n-m}$$

II

$$\text{мат. ож. } (Q-1)^2 = \frac{2\sigma^2 s(s-1)}{(\sigma s-2)(\sigma s-3)(\sigma-1)} \sum_{m=1, 2, \dots, n-1} \frac{m-1}{m} \cdot \frac{n-m-1}{n-m} \cdot \frac{1 \cdot 2 \dots n}{1 \cdot 2 \dots m \cdot 1 \cdot 2 \dots (n-m)} p^m q^{n-m}$$

откуда немедленно вытекает неравенство

$$\text{мат. ожид. } (Q - 1)^2 < \frac{2\sigma^2 s(s-1)}{(\sigma s - 2)(\sigma s - 3)(\sigma - 1)},$$

ибо произведение

$$\frac{m-1}{m} \cdot \frac{n-m-1}{n-m}$$

постоянно остается меньше единицы.

Если же $\sigma \geq 5$, то изъ найденнаго нами неравенства нетрудно вывести очень простое

$$\text{мат. ожид. } (Q - 1)^2 < \frac{2}{\sigma - 1}.$$

Указанный нами высшій предѣлъ математическаго ожиданія $(Q - 1)^2$ представляетъ также приближенную его величину, при большихъ значеніяхъ n ; ибо въ суммѣ

$$\sum_{n=1, 2, \dots, n-1} \frac{m-1}{m} \cdot \frac{n-m-1}{n-m} \cdot \frac{1 \cdot 2 \dots n}{1 \cdot 2 \dots m \cdot 1 \cdot 2 \dots (n-m)} p^m q^{n-m}$$

главное значеніе имѣютъ тѣ члены, для которыхъ m близко къ np , а разность $n - m$ близка къ nq , а для такихъ членовъ произведеніе

$$\frac{m-1}{m} \cdot \frac{n-m-1}{n-m}$$

мало отличается отъ единицы, если $n = \sigma \tau$ число большое.

Пользуюсь случаемъ, чтобы сказать нѣсколько словъ о модной теоріи *корреляціи*. Къ этому побуждаетъ меня статья Е. Тихомирова «Методъ корреляціи и его примѣненія въ метеорологіи», помѣщенна въ 3-мъ выпускѣ второго тома Геофизическаго Сборника.

Положительная часть теоріи корреляцій не велика и состоитъ въ простомъ примѣненіи способа наименьшихъ квадратовъ къ разысканію линейныхъ зависимостей. Но теорія корреляцій, не довольствуясь приближеннымъ опредѣленіемъ различныхъ коэффиціентовъ, указываетъ еще ихъ вѣроятныя погрѣшности и здѣсь она вступаетъ въ область фантазіи, гипноза и вѣры въ математическія формулы, которыя въ дѣйствительности не имѣютъ твердаго научнаго основанія.

Такова, напримѣръ, формула Пирсона, которая въ статьѣ Е. Тихомирова играетъ важную роль и приведена вслѣдъ за напрасной ссылкой на мою книгу «Исчисленіе вѣроятностей».

Гипнозъ теоріи корреляціи проявляется въ слѣдующихъ словахъ той же статьи: «При r , равномъ нулю, говорятъ, что между элементами корреляціи не существуетъ, и въ этомъ случаѣ судить по отклоненіямъ одного элемента объ измѣненіяхъ другого совершенно нельзя». Въ дѣйствительности же не трудно составить сколько угодно связей, совершенно не обнаруживаемыхъ коэффициентомъ корреляціи, въ которыхъ однако измѣненія одного элемента опредѣляютъ измѣненія другого. Нѣкоторое указаніе на подобные случаи находится и въ статьѣ Е. Тихомирова (стр. 34). Оно начинается даже заявленіемъ «Важно отмѣтить. . .» но, противорѣча выше приведеннымъ словамъ, остается безрезультатнымъ и заканчивается такъ: «Въ такомъ случаѣ говорятъ, что переменныя не находятся въ корреляціи, но въ то же время не являются независимыми другъ относительно друга».

Къ области вѣры надо отнести и такое мнѣніе: «Уравненіе регрессіи означаетъ только, что, зная, чему равняется x_i , можно сказать, что наиболѣе вѣроятнымъ значеніемъ y_i будетъ $r \frac{\sigma_2}{\sigma_1} x_i$ » (тамъ же, стр. 26).

Для характеристики утвержденій, основанныхъ на теоріи корреляціи, можетъ служить примѣръ, приведенный въ таблицѣ IV той же статьи (стр. 43). Для 23 паръ величинъ Δx и Δy этой таблицы коэффициентъ корреляціи оказывается малымъ (0,09), а его вѣроятная ошибка сравнительно большою (0,14). Отсюда сдѣлано заключеніе, что существованіе корреляціи между этими величинами нельзя считать доказаннымъ; такого неопредѣленнаго заключенія, конечно, я не стану опровергать.

Однако, если вмѣсто всѣхъ 23 паръ взять послѣднія десять, то коэффициентъ корреляціи превыситъ 0,7, а Пирсоновская вѣроятная ошибка упадетъ до 0,1 и будетъ менѣе $\frac{1}{6}$ коэффициента корреляціи. Тогда придется сдѣлать совершенно иное заключеніе согласно правилу, указанному на стр. 24 той же статьи: «На практикѣ обыкновенно принимаютъ, что о существованіи корреляціи между рассматриваемыми элементами можно утверждать съ полной достовѣрностью, если коэффициентъ корреляціи превышаетъ вѣроятную ошибку не меньше, чѣмъ въ шесть разъ. Это равносильно условію существованія многихъ тысячъ шансовъ противъ одного въ пользу того, что связь дѣйствительно существуетъ».

Во избѣжаніе недоразумѣній и возможныхъ споровъ о томъ, что десять число малое, а 23 достаточно большое, замѣчу, что даже въ теоріи ошибокъ наблюденій я не придаю большого значенія, такъ называемымъ, вѣроятнымъ погрѣшностямъ и считаю ихъ только средствомъ для условнаго сравненія достоинства различныхъ наблюденій. Что же касается коэффи-

ціента кореляції, то, пока рѣчь йдетъ о данной совокупности чиселъ, онъ имѣетъ вполне опредѣленную величину, которую можно вычислить безъ всякой погрѣшности. Если же эта совокупность рассматривается какъ часть совершенно неизвѣстной совокупности, то коэффициентъ кореляції послѣдней нельзя опредѣлить, ни въ случаѣ, когда данная совокупность состоитъ изъ 10 паръ, ни въ случаѣ, когда она состоитъ изъ 23 или гораздо бѣльшаго числа паръ. При желаніи можно, конечно, считать приближенною величиною этого коэффциента, самое существованіе котораго подлежитъ сомнѣнію, число, найденное для данной совокупности; но вѣроятную погрѣшность такого опредѣленія и связанный съ нею подсчетъ шансовъ нельзя не признать чистою фпкціей.

Sur le développement des fonctions arbitraires en séries de polynomes de Tchébychef- Laguerre.

Par W. Stekloff (V. Steklov).

(Présenté à l'Académie le 30 mars (12 avril) 1916).

1. Dans mon Mémoire «Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les polynomes de Tchébychef et, en particulier, suivant les polynomes de Jacobi» (Journ. für die reine und angew. Mathem., Bd. 125, Heft 3, 1902) j'ai étudié, pour la première fois, la question, dont il s'agit, au point de vue de la théorie que j'appelle maintenant «théorie de fermeture».

J'avais considéré alors en détail ce problème pour les polynomes $\varphi_k(x)$ ($k = 0, 1, 2, \dots$), définis par les conditions

$$(1) \quad \int_a^b p(x) \varphi_k(x) P_{k-1}(x) dx = 0,$$

$$\int_a^b p(x) \varphi_k^2(x) dx = 1,$$

où $P_{k-1}(x)$ est un polynome arbitraire de degré $\leq k-1$ et

$$p(x) = C(x-a)^{\alpha-1}(b-x)^{\beta-1}, \quad (\alpha > 0, \beta > 0)$$

c'est à dire, pour les polynomes de Jacobi, ou, selon la terminologie de notre confrère défunt M. N. Sonin, pour les *fonctions spéciales de Tchébychef de la troisième classe*.

J'ai remarqué cependant, dans le Mémoire cité, que «la même méthode s'applique sans peine à deux premières classes de fonctions spéciales de Tchébychef» (ibid., p. 209), c'est à dire, aux polynomes, définis par les équations (1), où $p(x)$ a l'une de deux formes suivantes¹

$$(\alpha) \quad p(x) = C e^{-\alpha(x+\beta)^2}, \quad \alpha > 0, a = -\infty, b = +\infty,$$

$$(\beta) \quad p(x) = C(x-a)^\beta e^{-\alpha(x-a)}, \quad \alpha > 0, \beta > -1, b = +\infty.$$

Un an après, en 1903, j'ai perfectionné essentiellement la méthode et dans une Note, publiée le 25 Mai 1903 dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, je suis arrivé au résultat suivant:

«Toute fonction $f(x)$ admettant une dérivée du premier ordre, bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$, se développe dans tout intervalle, intérieur à l'intervalle donné, en série uniformément convergente procédant suivant les polynomes de Jacobi. Une méthode tout à fait analogue conduit au même résultat dans les cas des fonctions spéciales de deux premières classes de Tchébychef».

L'analyse détaillée, pour le cas des polynomes de Jacobi, a été exposée ensuite au n° 12 de mon Mémoire «Sur certaines égalités générales communes à plusieurs séries de fonctions etc.», paru en 1904 dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de St. Pétersbourg (Cl. Ph. M. VIII s., Vol. XV, n° 7), où j'ai attiré encore une fois l'attention sur ce fait que la même méthode, légèrement modifiée, conduit aux résultats analogues pour les polynomes correspondant aux fonctions caractéristiques (α) et (β) .

Quelques ans après (dépuis l'année 1907) la question a été reprise dans une série de travaux, où les auteurs, retrouvant les résultats moins généraux par les méthodes différentes, beaucoup plus artificielles et compliquées, ne font cependant aucune allusion sur nos recherches qui viennent d'être rappelées.

Tout porte à croire que nos remarques sont resté incomprises, à cause de leur concision peut être, car, en effet, l'extension de la méthode au cas, où les limites de l'intervalle deviennent infinies, exige quelques considérations complémentaires.

Cela m'engage à entrer dans quelques détails, d'autant plus que le problème, dont il s'agit, a une connexion intime avec les recherches de ma Note récente «Théorème de fermeture pour les polynomes de Tchébychef-

¹. L. c. p. 208.

Laguerre» (Bulletin, n° 8, le 1 Mai 1916) et que nous pouvons maintenant simplifier les raisonnements et en déduire les résultats plus généraux.

Quant aux polynomes à fonction caractéristique (α), que j'appelle «polynomes de Laplace-Hermite-Tchébychef», j'ai déjà exposé une démonstration détaillée dans mon Mémoire récent «Application de la théorie de fermeture à la solution de certaines questions qui se rattachent au problème des moments» (Mémoires de l'Académie des Sciences, Vol. XXXIII, n° 9, Cl. Ph. M., VIII s., 1915); il ne nous reste qu'à considérer les polynomes correspondant à la fonction caractéristique (β) que nous allons appeler «polynomes de Tchébychef-Laguerre».

2. Faisons, pour plus de simplicité,

$$p(x) = x^{\beta} e^{-x}$$

et désignons par

$$\psi_0(x, \beta), \quad \psi_1(x, \beta), \quad \psi_2(x, \beta) \dots, \psi_k(x, \beta), \dots$$

les polynomes définis par les conditions

$$(1) \quad \begin{aligned} \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} \psi_k(x, \beta) P_{k-1}(x) dx &= 0, \\ \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} \psi_k^2(x, \beta) dx &= 1. \end{aligned}$$

Rappelons quelques propriétés de ces polynomes dont nous allons faire usage dans ce qui va suivre.

1°. Ils forment un système orthogonal, c'est à dire

$$(2) \quad \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} \psi_k(x, \beta) \psi_m(x, \beta) dx = 0, \quad \text{si } k \neq m.$$

2°. Ils forment un système fermé, comme je viens d'en montrer dans ma Note précédente (Bulletin, n° 8, le 1 Mai, 1916).

En d'autres termes, si l'on désigne par $f(x)$ une fonction intégrable et telle que l'intégrale

$$\int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f^2(x) dx$$

existe, on aura

$$(3) \quad S_n(f(x)) = \sum_{k=n+1}^{\infty} A_k^2 < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$A_k = \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f(x) \psi_k(x, \beta) dx,$$

ε est un nombre positif donné à l'avance, n_0 est un entier assez grand.

3°. Les polynômes $\psi_k(x, \beta)$ satisfont à l'équation différentielle

$$(4) \quad x \psi_k''(x, \beta) + (\beta + 1 - x) \psi_k'(x, \beta) + k \psi_k(x, \beta) = 0.$$

4°. Les polynômes

$$\psi_k(x, \beta) \quad \text{et} \quad \psi_k(x, \beta + 1),$$

correspondant respectivement aux paramètres

$$\beta \quad \text{et} \quad \beta + 1,$$

sont liés par la relation

$$(5) \quad \psi_k'(x, \beta) = \sqrt{k} \psi_{k-1}(x, \beta + 1).$$

3. Soit $f(x)$ une fonction susceptible de la forme

$$(6) \quad f(x) = \int_0^x \varphi(x) dx + C,$$

où $\varphi(x)$ est une fonction intégrable, C est une constante.

Posons

$$(7) \quad f(x) = \sum_{k=0}^n A_k \psi_k(x, \beta) + p_n(x),$$

$$(8) \quad \varphi(x) = \sum_{k=0}^n A_k \psi_k'(x, \beta) + R_n(x).$$

Rappelons la formule d'intégration par parties, généralisée par M. Liapounoff (Liapunov)¹.

Si $f(x)$ et $f_1(x)$ sont deux fonctions intégrables dans un intervalle (α, β) et si l'on pose

$$(9) \quad F(x) = \int_{\alpha}^x f(x) dx + C, \quad F_1(x) = \int_{\alpha}^x f_1(x) dx + C_1,$$

C et C_1 étant des constantes, on aura

$$(10) \quad \int_{\alpha}^{\beta} F(x) f_1(x) dx = F(\beta) F_1(\beta) - F(\alpha) F_1(\alpha) - \int_{\alpha}^{\beta} F_1(x) f(x) dx.$$

Cette formule subsiste toujours, quels que soient les nombres α et β , et ne cesse pas d'être vraie, lorsque β , par exemple, devient infini, pourvu que les intégrales qui figurent dans les formules (9) et (10) ne perdent pas leur sens.

Appliquons la formule (10) aux fonctions

$$F(x) = f(x) = \int_0^x \varphi(x) dx + C,$$

$$F_1(x) = \int_0^x \frac{d}{dx} (x^{\beta+1} e^{-x} \psi_k'(x, \beta)) dx = x^{\beta+1} e^{-x} \psi_k'(x, \beta),$$

en y faisant

$$\alpha = 0, \quad \beta = +\infty.$$

On trouve, en tenant compte de (4),

$$\begin{aligned} -kA_k &= \int_0^{\infty} f(x) \frac{d}{dx} (x^{\beta+1} e^{-x} \psi_k'(x, \beta)) dx = \lim_{x=\infty} f(x) x^{\beta+1} e^{-x} \psi_k'(x, \beta) - \\ &\quad - \int_0^{\infty} \varphi(x) x^{\beta+1} e^{-x} \psi_k'(x, \beta) dx, \end{aligned}$$

¹ «Sur l'équation de Clairaut et les équations plus générales». Mémoires de l'Académie des Sciences, Cl. Ph. M., VIII s., Vol. XV, n° 10, 1904.

d'où

$$kA_k = \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} \varphi(x) \psi'_k(x, \beta) dx,$$

car, d'après l'hypothèse faite au sujet de la fonction $f(x)$,

$$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) x^{\beta+1} e^{-x} \psi'_k(x, \beta) = 0.$$

De l'équation précédente on tire, en tenant compte de (5),

$$A_k = \frac{1}{\sqrt{k}} \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} \varphi(x) \psi_{k-1}(x, \beta+1) dx = \frac{1}{\sqrt{k}} B_{k-1}.$$

L'équation (8) peut donc s'écrire

$$(11) \quad \varphi(x) = \sum_{k=0}^{n-1} B_k \psi_k(x, \beta+1) + R_n(x).$$

On en conclut que

$$(12) \quad S_n(\varphi(x)) = \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} R_n^2(x) dx < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

car la suite de polynomes $\psi_k(x, \beta+1)$ est fermée.

4. Cela posé, intégrons l'équation (8) entre les limites 0 et x .

On trouve, en ayant égard à (6) et (7),

$$\varphi_n(x) = \int_0^x R_n(x) dx + C_n,$$

où

$$C_n = C - f(0) + \varphi_n(0)$$

est une constante.

Considérons d'abord le cas où

$$-1 < \beta < 0.$$

Appliquons la formule (10) aux fonctions

$$F(x) = \varphi_n(x) = \int_0^x R_n(x) dx + C_n,$$

$$F_1(x) = \int_0^x e^{-x} dx - 1 = -e^{-x}$$

en y faisant

$$\alpha = \xi, \quad \beta = \alpha.$$

On obtient

$$(13) \quad \int_{\xi}^x \varphi_n(x) e^{-x} dx = e^{-\xi} \varphi_n(\xi) - e^{-x} \varphi_n(x) + \int_{\xi}^x e^{-x} R_n(x) dx,$$

d'où, en intégrant encore une fois par rapport à x entre les limites 0 et 1, on tire

$$(13_1) \quad e^{-\xi} \varphi_n(\xi) = \int_0^1 e^{-x} \varphi_n(x) dx + \int_0^1 dx \int_{\xi}^x e^{-x} \varphi_n(x) dx - \int_0^1 dx \int_{\xi}^x e^{-x} R_n(x) dx.$$

En se rappelant que $\beta < 0$, on aura, pour toute valeur de ξ , *zéro y compris*,

$$\begin{aligned} \left(\int_{\xi}^x e^{-x} \varphi_n(x) dx \right)^2 &= \left(\int_{\xi}^x \frac{e^{-\frac{x}{2}}}{x^{\frac{\beta}{2}}} x^{\frac{\beta}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \varphi_n(x) dx \right)^2 < \\ &< \int_{\xi}^x \frac{e^{-x}}{x^{\beta}} dx \cdot \int_{\xi}^x x^{\beta} e^{-x} \varphi_n^2(x) dx < \Gamma(1-\beta) S_n(f(x)) \end{aligned}$$

et de même

$$\begin{aligned} \left(\int_{\xi}^x e^{-x} R_n(x) dx \right)^2 &= \left(\int_{\xi}^x \frac{e^{-\frac{x}{2}}}{x^{\frac{\beta+1}{2}}} x^{\frac{\beta+1}{2}} e^{-\frac{x}{2}} R_n(x) dx \right)^2 < \\ &< \int_{\xi}^x x^{-(\beta+1)} e^{-x} dx \cdot \int_{\xi}^x x^{\beta+1} e^{-x} R_n^2(x) dx < \Gamma(-\beta) S_n(\varphi(x)). \end{aligned}$$

Moyennant ces inégalités ainsi que celles de (3) et (12) on tire de (13₁)

$$(14) \quad |\varphi_n(\xi)| < e^{\xi} N \xi \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$N = 2 \sqrt{\Gamma(1-\beta)} + \sqrt{\Gamma(-\beta)}$$

est un nombre fixe ne dépendant ni de ξ , ni de n .

L'inégalité (14), ayant lieu pour toute valeur positive de ξ , zéro γ compris, conduit au théorème:

Soit $f(x)$ une fonction susceptible de la forme

$$f(x) = \int_0^x \varphi(x) dx + C$$

et telle que les intégrales

$$\int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f^2(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} \varphi^2(x) dx,$$

β étant un nombre compris entre -1 et 0 , aient un sens déterminé.

Toute fonction $f(x)$ jouissant les propriétés indiquées se développe, en tous les points de tout intervalle $(0, A)$, quel que soit le nombre arbitraire A , en série uniformément convergente de la forme

$$(15) \quad f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \psi_k(x, \beta) \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f(x) \psi_k(x, \beta) dx,$$

où $\psi_k(x, \beta)$ sont les polynômes de Tchébycheff-Laguerre correspondant à la fonction caractéristique

$$p(x) = x^{\beta} e^{-x}, \quad -1 < \beta < 0.$$

Le développement (15) subsiste même pour $x = 0$.

Le cas particulier, le plus intéressant, correspond à l'hypothèse que la fonction $f(x)$ admette la dérivée $f'(x)$, intégrable et telle que l'intégrale

$$\int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} f'^2(x) dx$$

ait un sens déterminé.

5. L'analyse précédente ne s'applique pas immédiatement au cas où

$$\beta \geq 0.$$

Dans cette dernière hypothèse il est impossible de démontrer la convergence du développement (15) pour $x = 0$, sans imposer quelques restrictions complémentaires à la fonction $f(x)$.

Néanmoins, il est aisé de s'assurer que *ce développement a lieu pour toute fonction $f(x)$, satisfaisant aux conditions générales du théorème précédent, en tous les points de l'intervalle*

$$(z, A),$$

où α est un nombre positif si petit qu'on le veut, A est un nombre arbitrairement grand.

Appliquons, en effet, la formule (10) aux fonctions

$$F(x) = \varphi_n(x) = \int_0^x R_n(x) dx + C_n.$$

$$F_1(x) = \int_0^x \frac{d}{dx} (x^{\beta+1} e^{-x}) dx = x^{\beta+1} e^{-x},$$

en y faisant, comme précédemment,

$$x = \xi, \quad \beta = \nu.$$

On trouve

$$\begin{aligned} \xi^{\beta+1} e^{-\xi} \varphi_n(\xi) &= x^{\beta+1} e^{-x} \varphi_n(x) - \int_{\xi}^x x^{\beta+1} e^{-x} R_n(x) dx - \\ &- \int_{\xi}^x x^{\beta} (\beta + 1 - x) e^{-x} \varphi_n(x) dx, \end{aligned}$$

d'où

$$\begin{aligned} \xi^{\beta+1} e^{-\xi} \varphi_n(\xi) &= \int_0^1 x^{\beta+1} e^{-x} \varphi_n(x) dx - \int_0^1 dx \int_{\xi}^x x^{\beta+1} e^{-x} R_n(x) dx - \\ &- \int_0^1 dx \int_{\xi}^x x^{\beta} (\beta + 1 - x) e^{-x} \varphi_n(x) dx. \end{aligned}$$

Or,

$$\left(\int_0^1 x^{\beta+1} e^{-x} \rho_n(x) dx \right)^2 < \Gamma(\beta+3) S_n(f(x)),$$

$$\left(\int_{\frac{x}{2}}^x x^{\beta+1} e^{-x} R_n(x) dx \right)^2 < \Gamma(\beta+2) S_n(\varphi(x)),$$

$$\left(\int_{\frac{x}{2}}^x x^{\beta} (\beta+1-x) e^{-x} \rho_n(x) dx \right)^2 < \Gamma(\beta+2) S_n(f(x)).$$

Par conséquent, en vertu de (3) et (12),

$$\xi^{\beta+1} e^{-\xi} |\rho_n(\xi)| < N\varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$N = \sqrt{\Gamma(\beta+3)} + 2 \sqrt{\Gamma(\beta+2)}.$$

Si l'on désigne ensuite par λ le plus grand de deux nombres

$$\frac{e^{\alpha}}{\alpha^{\beta+1}} \quad \text{et} \quad \frac{e^A}{A^{\beta+1}},$$

on aura

$$|\rho_n(\xi)| < \lambda N\varepsilon = \eta \quad \text{pour } n \geq n_0$$

pour toutes les valeurs de ξ de l'intervalle (α, A) .

On arrive ainsi à ce théorème:

Soit $f(x)$ une fonction susceptible de la forme

$$(16) \quad f(x) = \int_0^x \varphi(x) dx + C$$

et telle que les intégrales

$$\int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f^2(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} \varphi^2(x) dx$$

aient un sens déterminé, β étant un nombre quelconque, plus grand que -1 .

Toute fonction $f(x)$, assujettie aux conditions indiquées, se développe, dans tout intervalle (α, A) , où α est un nombre positif différent de zéro et

$A > \alpha$, en série uniformément convergente procédant suivant les polynômes de Tchébychef-Laguerre correspondant à la fonction caractéristique

$$p(r) = x^\beta e^{-x}, \quad \beta > -1.$$

Ce développement est de la forme (15).

6. L'analyse précédente ne s'applique pas au cas de $\xi = 0$ et ne permet pas d'établir la convergence du développement (15) pour $x = 0$, lorsque $\beta \geq 0$, dans l'hypothèse générale faite plus haut au sujet de la fonction à développer.

Tout porte à croire que les restrictions complémentaires soient nécessaires pour que ce développement ait lieu pour les valeurs positives du paramètre β .

À ce qu'il paraît, ces restrictions seront plus considérables autant que β sera plus grand.

Arrêtons d'abord au cas le plus simple, lorsque

$$0 \leq \beta < 1.$$

Supposons que la fonction $\varphi(x)$, qui figure sous le signe de l'intégrale dans l'équation (16), soit susceptible, à son tour, de la forme

$$\varphi(x) = \int_0^x \psi(x) dx + C'.$$

Si l'on pose, dans ce cas,

$$\psi(x) = \sum_{k=0}^{n-1} B_k \psi'_k(x, \beta + 1) + \sigma_n(x).$$

on aura, en répétant les raisonnements de nos 3 et 4,

$$R_n(x) = \int_0^x \sigma_n(x) dx + C'_n.$$

C'_n désignant une constante, et

$$\psi(x) = \sum_{k=0}^{n-2} C_k \psi_k(x, \beta + 2) + \sigma_n(x),$$

où

$$C_k = \int_0^{\infty} x^{\beta+2} e^{-x} \psi(x) \psi_k(x, \beta+2) dx.$$

Il s'ensuit que

$$(17) \quad S_n(\psi(x)) = \int_0^{\infty} x^{\beta+2} e^{-x} \sigma_n^2(x) dx < \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0.$$

7. Cela posé, appliquons la formule de M. Liapounoff (Liapunov) [l'équation (10)] aux fonctions

$$F(x) = \int_0^x \frac{d}{dx} (xe^{-x}) dx = xe^{-x},$$

$$F_1(x) = R_n(x) = \int_0^x \sigma_n(x) dx + C'_n.$$

On trouve

$$(7) \quad xe^{-x} R_n(x) = \int_0^x xe^{-x} \sigma_n(x) dx + \int_0^x e^{-x} (1-x) R_n(x) dx.$$

Faisant ensuite, dans (13), $\frac{x}{\varepsilon} = 0$, on obtient

$$(8) \quad \varphi_n(0) = e^{-x} \varphi_n(x) + \int_0^x e^{-x} \varphi_n(x) dx - \int_0^x e^{-x} R_n(x) dx.$$

Ces égalités donnent

$$(18) \quad \begin{aligned} \varphi_n(0) &= e^{-x} \varphi_n(x) - xe^{-x} R_n(x) + \int_0^x e^{-x} \varphi_n(x) dx + \\ &+ \int_0^x xe^{-x} \sigma_n(x) dx - \int_0^x xe^{-x} R_n(x) dx. \end{aligned}$$

On a, si $\beta < 1$,

$$\left(\int_0^x e^{-x} \rho_n(x) dx \right)^2 = \left(\int_0^x x^{-\frac{\beta}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \cdot x^{\frac{\beta}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \rho_n(x) dx \right)^2 <$$

$$< \Gamma(1 - \beta) S_n(f(x)),$$

$$\left(\int_0^x x e^{-x} R_n(x) dx \right)^2 = \left(\int_0^x x^{\frac{1-\beta}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \cdot x^{\frac{\beta+1}{2}} e^{-\frac{x}{2}} R_n(x) dx \right)^2 <$$

$$< \Gamma(2 - \beta) S_n(\varphi(x))$$

et, enfin,

$$\left(\int_0^x x e^{-x} \tau_n(x) dx \right)^2 = \left(\int_0^x x^{-\frac{\beta}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \cdot x^{1+\frac{\beta}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \tau_n(x) dx \right)^2 <$$

$$< \Gamma(1 - \beta) S_n(\psi(x)).$$

Remarquant maintenant que, en vertu de (18),

$$\begin{aligned} \rho_n(0) &= \int_0^1 e^{-x} \rho_n(x) dx - \int_0^1 x e^{-x} R_n(x) dx + \int_0^1 dx \int_0^x e^{-x} \rho_n(x) dx + \\ &+ \int_0^1 dx \int_0^x x e^{-x} \tau_n(x) dx - \int_0^1 dx \int_0^x x e^{-x} R_n(x) dx, \end{aligned}$$

on en tire moyennant les trois dernières inégalités

$$\begin{aligned} |\rho_n(0)| &< 2 \sqrt{\Gamma(1 - \beta)} \sqrt{S_n(f(x))} + 2 \sqrt{\Gamma(2 - \beta)} \sqrt{S_n(\varphi(x))} + \\ &+ \sqrt{\Gamma(1 - \beta)} \sqrt{S_n(\psi(x))}. \end{aligned}$$

Par conséquent, en vertu de (3), (12) et (17),

$$(19) \quad |\rho_n(0)| < N\varepsilon, \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$N = 3 \sqrt{\Gamma(1 - \beta)} + 2 \sqrt{\Gamma(2 - \beta)}$$

est un nombre fixe.

L'inégalité (19), ainsi que le théorème du n° 5, conduisent au théorème suivant:

Supposons que $f(x)$ soit une fonction susceptible de la forme

$$f(x) = \int_0^x \varphi(x) dx + C,$$

où $\varphi(x)$ est une fonction susceptible, à son tour, de la forme

$$\varphi(x) = \int_0^x \psi(x) dx + C',$$

et que les intégrales

$$\int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f^2(x) dx, \quad \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} \varphi^2(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} x^{\beta+2} e^{-x} \psi^2(x) dx,$$

β étant un nombre compris entre -1 et $+1$, aient un sens déterminé.

Ces conditions étant remplies, la fonction $f(x)$ se développe, dans tout intervalle $(0, A)$, quel que soit le nombre positif A , en série uniformément convergente de la forme

$$(20) \quad f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \psi_k(x, \beta) \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f(x) \psi_k(x, \beta) dx,$$

$\psi_k(x, \beta)$ étant les polynômes de Tchébychef-Laguerre correspondant à la fonction caractéristique

$$p(x) = x^{\beta} e^{-x}, \quad -1 < \beta < 1.$$

Dans le cas considéré le développement (20) subsiste de même pour $x = 0$.

Le cas le plus simple et le plus intéressant correspond à la supposition que la fonction $f(x)$ à développer admette les dérivées de deux premiers ordres et que les intégrales

$$\int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f^2(x) dx, \quad \int_0^{\infty} x^{\beta+1} e^{-x} f'^2(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} x^{\beta+2} e^{-x} f''^2(x) dx$$

existent.

Tout porte à croire que ces dernières conditions soient indispensables pour la possibilité de l'uniformité du développement (20) pour toutes les valeurs positives de x , zéro y compris.

8. Considérons encore le cas où

$$-1 < \beta < 2.$$

Bornons nous, pour plus de simplicité, à la supposition que $f(x)$ admette les dérivées de trois premiers ordres, en remarquant d'avance que l'extension des résultats, que nous allons déduire dans cette hypothèse, aux cas plus généraux, analogues à ceux de nos précédents, ne peut présenter aucune difficulté.

Dans l'hypothèse faite au sujet de $f(x)$, la fonction $\rho_n(x)$ admet les dérivées de trois premiers ordres

$$\rho'_n(x), \quad \rho''_n(x) \quad \text{et} \quad \rho'''_n(x).$$

Envisageons l'identité

$$xe^{-x} \rho_n(x) = \int_0^x xe^{-x} \rho'_n(x) dx + \int_0^x e^{-x} \rho_n(x) dx - \int_0^x xe^{-x} \rho_n(x) dx,$$

qui, étant combinée avec celle de (6)¹, fournit

$$\begin{aligned} \rho_n(0) = e^{-x} \rho_n(x) + xe^{-x} \rho_n(x) - \int_0^x e^{-x} \rho'_n(x) dx - \int_0^x xe^{-x} \rho'_n(x) dx + \\ + \int_0^x xe^{-x} \rho_n(x) dx. \end{aligned}$$

Si nous tenons compte ensuite de l'identité (γ), en y remplaçant $R_n(x)$ par $\rho'_n(x)$ et $\sigma_n(x)$ par $\rho''_n(x)$, nous aurons

$$\begin{aligned} \rho_n(0) = e^{-x} \rho_n(x) + xe^{-x} \rho_n(x) - xe^{-x} \rho'_n(x) + \int_0^x xe^{-x} \rho_n(x) dx - \\ - 2 \int_0^x xe^{-x} \rho'_n(x) dx + \int_0^x xe^{-x} \rho''_n(x) dx. \end{aligned}$$

¹ Où il faut remplacer $R_n(x)$ par $\rho'_n(x)$.

Remarquant, enfin, que

$$\begin{aligned} x^2 e^{-x} \rho_n''(x) &= \int_0^x x^2 e^{-x} \rho_n'''(x) dx + 2 \int_0^x x e^{-x} \rho_n''(x) dx - \\ &= \int_0^x x^2 e^{-x} \rho_n''(x) dx, \end{aligned}$$

on obtient l'identité de la forme

$$\begin{aligned} 2\rho_n(0) &= 2(1+x)e^{-x}\rho_n(x) - 2xe^{-x}\rho_n'(x) + x^2e^{-x}\rho_n''(x) + \\ &+ 2 \int_0^x xe^{-x}\rho_n(x) dx - 4 \int_0^x xe^{-x}\rho_n'(x) dx + \int_0^x x^2e^{-x}\rho_n''(x) dx - \\ &- \int_0^x x^2e^{-x}\rho_n'''(x) dx, \end{aligned}$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned} (21) \quad 2\rho_n(0) &= 2 \int_1^2 (1+x)e^{-x}\rho_n(x) dx - 2 \int_1^2 xe^{-x}\rho_n'(x) dx + \int_1^2 x^2e^{-x}\rho_n''(x) dx + \\ &+ 2 \int_1^2 dx \int_0^x xe^{-x}\rho_n(x) dx - 4 \int_1^2 dx \int_0^x xe^{-x}\rho_n'(x) dx + \\ &+ \int_1^2 dx \int_0^x x^2e^{-x}\rho_n''(x) dx - \int_1^2 dx \int_0^x x^2e^{-x}\rho_n'''(x) dx. \end{aligned}$$

9. D'après ce qui précède, il suffit de se borner au cas de

$$1 < \beta < 2,$$

c'est à dire, au cas de

$$\beta = \beta_1 + 1, \quad 0 < \beta_1 < 1.$$

Supposons que la fonction $f(x)$ et ses dérivées de trois premiers ordres soient telles que les intégrales

$$\int_0^{\infty} x^{\beta_1+1} e^{-x} f^2(x) dx, \quad \int_0^{\infty} x^{\beta_1+2} e^{-x} f'^2(x) dx,$$

$$\int_0^{\infty} x^{\beta_1+3} e^{-x} f''^2(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^{\infty} x^{\beta_1+4} e^{-x} f'''^2(x) dx$$

aient un sens déterminé.

Dans ce cas on s'assure aisément, de la même manière qu'aux n^{os} précédents, que

$$(22) \quad \begin{aligned} S_n(f(x)) &= \int_0^{\infty} x^{\beta_1+1} e^{-x} \varphi_n^2(x) dx < \varepsilon^2, \\ S_n(f'(x)) &= \int_0^{\infty} x^{\beta_1+2} e^{-x} \varphi_n'^2(x) dx < \varepsilon^2, \\ S_n(f''(x)) &= \int_0^{\infty} x^{\beta_1+3} e^{-x} \varphi_n''^2(x) dx < \varepsilon^2, \\ S_n(f'''(x)) &= \int_0^{\infty} x^{\beta_1+4} e^{-x} \varphi_n'''^2(x) dx < \varepsilon^2. \end{aligned}$$

pour $n \geq n_0$.

D'autre part, d'après le théorème du n^o 5, on aura

$$(23) \quad |\varphi_n(x)| < \eta = \varepsilon \quad \text{pour } n \geq n_0$$

pour toutes les valeurs de x , comprises entre 1 et 2.

10. Cela posé, considérons les intégrales qui entrent dans le second membre de l'équation (21).

On a

$$\begin{aligned} 2 \left| \int_1^2 (1+x) e^{-x} \varphi_n(x) dx \right| &< \frac{3}{2} \max. |\varphi_n(x)|, \\ 2 \left| \int_1^2 dx \int_0^x e^{-x} \varphi_n(x) dx \right| &< 2\sqrt{\Gamma(3-\beta)} \sqrt{S_n(f(x))}, \\ \left| 2 \int_1^2 x e^{-x} \varphi_n'(x) dx + 4 \int_1^2 dx \int_0^x x e^{-x} \varphi_n'(x) dx \right| &< 6\sqrt{\Gamma(2-\beta)} \sqrt{S_n(f'(x))} \end{aligned}$$

et puis

$$\left| \int_0^x x^2 e^{-x} \rho_n''(x) dx \right| = \left| \int_0^x x^{\frac{1-\beta_1}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \cdot x^{\frac{\beta_1+3}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \rho_n''(x) dx \right| < \\ < \sqrt{\Gamma(3-\beta)} \sqrt{S_n(f''(x))},$$

et de même

$$\left| \int_1^2 x^2 e^{-x} \rho_n''(x) dx \right| < \sqrt{\Gamma(3-\beta)} \sqrt{S_n(f''(x))},$$

d'où

$$\left| \int_1^2 x^2 e^{-x} \rho_n''(x) dx + \int_1^2 dx \int_0^x x^2 e^{-x} \rho_n''(x) dx \right| < 2\sqrt{\Gamma(3-\beta)} \sqrt{S_n(f''(x))}.$$

Enfin,

$$\left| \int_0^x x^2 e^{-x} \rho_n'''(x) dx \right| = \left| \int_0^x x^{-\frac{\beta_1}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \cdot x^{2+\frac{\beta_1}{2}} e^{-\frac{x}{2}} \rho_n'''(x) dx \right| < \\ < \sqrt{\Gamma(2-\beta)} \sqrt{S_n(f'''(x))}$$

et, par suite,

$$\left| \int_1^2 dx \int_0^x x^2 e^{-x} \rho_n'''(x) dx \right| < \sqrt{\Gamma(2-\beta)} \sqrt{S_n(f'''(x))}.$$

Moyennant ces inégalités on tire de (21)

$$2 |\rho_n(0)| < \frac{3}{2} \max. |\rho_n(x)| + 2\sqrt{\Gamma(3-\beta)} \sqrt{S_n(f(x))} + \\ + 6\sqrt{\Gamma(2-\beta)} \sqrt{S_n(f'(x))} + 2\sqrt{\Gamma(3-\beta)} \sqrt{S_n(f''(x))} + \\ + \sqrt{\Gamma(2-\beta)} \sqrt{S_n(f'''(x))},$$

où l'on entend par

$$\max. |\rho_n(x)|$$

le maximum du module de $\rho_n(x)$ dans l'intervalle (1, 2).

Il suffit maintenant de se rapporter aux inégalités (22) et (23) pour en déduire l'inégalité suivante

$$|\varphi_n(0)| < \lambda \varepsilon^2 \quad \text{pour } n \geq n_0,$$

où

$$\lambda = \frac{3}{4} + 2\sqrt{\Gamma(3-\beta)} + \frac{7}{2}\sqrt{\Gamma(2-\beta)}$$

est un nombre fixe ne dépendant pas de n .

On arrive ainsi à ce résultat :

Toutes les fois que la fonction $f(x)$ admet les dérivées de trois premiers ordres et que les intégrales

$$\int_0^x x^\beta e^{-x} f^2(x) dx, \quad \int_0^x x^{\beta+1} e^{-x} f'^2(x) dx, \\ \int_0^x x^{\beta+2} e^{-x} f''^2(x) dx \quad \text{et} \quad \int_0^x x^{\beta+3} e^{-x} f'''^2(x) dx$$

existent, elle se développe en tous les points de l'intervalle $(0, A)$, le point $x=0$ y compris, en série uniformément convergente de la forme (15), où $\psi_k(x, \beta)$ sont les polynômes de Tchébychef-Laguerre correspondant à paramètre β

$$-1 < \beta < 2.$$

11. Il est aisé de comprendre, d'après ce que nous avons dit, qu'on peut aller plus loin par la même voie, en passant successivement aux cas de

$$\beta < 3, \quad \beta < 4 \quad \text{et ainsi de suite} \quad \beta < m,$$

m étant un entier quelconque.

De cette manière nous arriverons au théorème suivant :

Toutes les fois que la fonction $f(x)$ admet les dérivées de $m+1$ premiers ordres et que les intégrales

$$\int_0^\infty x^{\beta+k} e^{-x} (f^{(k)}(x))^2 dx \quad (k=0, 1, 2, \dots, m+1)$$

existent, elle se développe en tous les points de tout intervalle $(0, A)$, quel

que soit le nombre positif A , le point $x = 0$ y compris, en série uniformément convergente de la forme

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \psi_k(x, \beta) \int_0^{\infty} x^{\beta} e^{-x} f(x) \psi_k(x, \beta) dx,$$

où $\psi_k(x, \beta)$ sont les polynômes de Tchébychef-Laguerre correspondant à la fonction caractéristique

$$p(x) = x^{\beta} e^{-x},$$

β étant un paramètre compris entre -1 et m .

12. Nous avons indiqué une application de la théorie de fermeture au problème du développement des fonctions arbitraires en séries de polynômes correspondant à deux cas particuliers des fonctions caractéristiques (α) et (β) , mais la même théorie peut avoir des applications plus générales.

J'ai déjà étudié à ce point de vue le problème dont il s'agit pour les polynômes de Tchébychef correspondant à certaines classes de fonctions caractéristiques $p(x)$ positives dans un intervalle à limites finies a et b , dans mon Mémoire «Sur l'application de la théorie de fermeture au problème du développement des fonctions arbitraires en séries procédant suivant les polynômes de Tchébychef» (Mémoires de l'Académie des Sciences, Cl. Ph. M., VIII s., Vol. XXXIII, n° 8, 1914).

La même méthode, convenablement modifiée, s'applique aux systèmes analogues de polynômes de Tchébychef correspondant aux intervalles dont l'une ou toutes les deux de leurs limites deviennent infinies ($-\infty$ et $+\infty$), pourvu que ces systèmes soient fermés¹.

En me bornant ici à cette remarque, je me réserve de revenir au problème général dans une autre Note.

¹ Voir à cet égard ma Note «Théorie de fermeture pour les polynômes de Tchébychef-Laguerre», Bulletin, n° 8, le 1 Mai 1916.

Sur la résolution de l'équation de Gauss dans la détermination d'une orbite planétaire.

Th. Banachiewicz.

(Présenté à l'Académie le 20 Janvier (2 Février) 1916).

§ 1. Commençons par indiquer une transformation intéressante de l'équation célèbre de Gauss

$$\sin(z - q) = m \sin^4 z. \quad (1)$$

Posons $z - q = x$, de sorte que

$$z = q + x. \quad (2)$$

En portant cette valeur de z dans (1), il vient

$$\sin x = m (\sin q \cos x + \cos q \sin x)^4$$

c'est à dire

$$\sin x = m \sin^4 q \cos^4 x (1 + \operatorname{ctg} q \operatorname{tg} x)^4.$$

On est conduit à prendre deux quantités auxiliaires φ et t , définies par les formules

$$t = m \sin^3 q \cos q \cos^3 x \quad (3)$$

et

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} q \cdot \varphi \cdot t. \quad (4)$$

Cela posé, l'expression pour $\sin x$ devient

$$\varphi = (1 + \varphi t)^4. \quad (5)$$

La fonction φ ne dépendant que de t , elle peut être mise en Table à simple entrée.

La transformation ci-dessus est générale et rigoureuse.

§ 2. Dans la détermination de l'orbite d'une petite planète, observée non loin de l'opposition ($z - q < 1^\circ$), on pourra tirer parti de ce que x est petit, et l'on posera, en première approximation

$$t_0 = m \sin^3 q \cos q. \quad (6)$$

En tirant la valeur correspondante de φ_0 de la Table mentionnée, on obtiendra x_0 par la formule

$$\operatorname{tg} x_0 = \operatorname{tg} q \cdot \varphi_0 \cdot t_0. \quad (7)$$

On pourrait recommencer le calcul avec la valeur trouvée de x , en faisant $t_1 = m \sin^3 q \cos q \cos^3 x_0$, et, grâce à la convergence en cette méthode, on arriverait ainsi immédiatement à la valeur finale $x = x_1$ de l'inconnue x . Après quoi z est donné par (2).

Procédé A. Le calcul de la seconde approximation peut être abrégé. On a, en effet, d'après (3) et (6)

$$\log t - \log t_0 = 3 \log \cos x.$$

Si l'on désigne

$$x = \frac{d \log \varphi}{d \log t} \quad (8)$$

$\log \operatorname{tg} x$ s'accroîtra, dans la seconde approximation, de la quantité $\log \operatorname{tg} x - \log \operatorname{tg} x_0 = d \log \varphi + d \log t = (1 + x) d \log t = (1 + x) 3 \log \cos x$ ou bien, avec une approximation suffisante

$$\log \operatorname{tg} x - \log \operatorname{tg} x_0 = (1 + x) 3 \log \cos x_0.$$

Il est inutile évidemment de calculer x_0 ; $\cos x_0$, que l'on trouve à vue, suffit. La quantité x est une fonction de t et peut être mise en Table.

Procédé B. La première approximation étant très rapprochée de la valeur vraie, sa réduction peut se faire par une formule différentielle, très simple, comme on le verra tout de suite.

En effet, si l'on différencie logarithmiquement l'équation (4), t étant supposé variable, on trouve ($\cos x = 1$)

$$\frac{dx}{x} = d \log \varphi + d \log t = (1 + x) d \log t.$$

Mais la correction à appliquer au t_0 étant $dt_0 = m \sin^3 q \cos q (\cos^3 x - 1)$, ou bien, sensiblement, $dt_0 = -\frac{3}{2} t_0 x_0^2$, cela donne

$$dx = -\frac{3}{2} x_0^3 (1 + x),$$

ou, en secondes d'arc, approximativement

$$\Delta x_0'' = -\operatorname{tg}^3 x_0 \cdot \psi_0 \quad (9)$$

où l'on a posé

$$\psi_0 = \frac{3}{2} \cdot 206265 \cdot (1 + x).$$

La fonction ψ ne dépendant que de t , elle peut être mise en Table à simple entrée¹.

§ 3. Nous donnons ci-joint la Table de $\log \varphi$, $\log \psi$ (procédé B) et $1 + x$ (proc. A), pour servir au calcul de $\log \sin z$ avec *cinq* décimales; l'argument t y suffit pour les rayons vecteurs de la planète comprises entre 1.7 et 5.2 unités astronomiques. Nous appelons l'attention sur le fait, que $\log \varphi$ n'y est donné qu'avec *quatre* décimales. C'est que x n'est qu'une petite fraction de $z = q + x$, de sorte qu'une erreur dans $\log \operatorname{tg} x_0$ est diminuée de plus de 10 fois dans $\log \sin z$; on s'en convaincra aisément, en déterminant $\Delta \log \operatorname{tg} x_0$ et $\Delta \log \sin (q + x_0)$ pour 1'' en x_0 et pour les différentes valeurs de q . Une décimale de moins dans un calcul si court, comme celui dont on se sert pour trouver x_0 , ce n'est pas grand'chose, mais l'important est qu'elle permet de réduire l'étendue des tables auxiliaires. C'est donc une propriété essentielle de la transformation, sur laquelle il convenait d'insister.

¹ Si l'on tient à ne faire figurer dans dx'' que les données du problème, on pourrait remplacer $\operatorname{tg} x_0$ dans (9) par sa valeur (7), et il en résulterait

$$dx_0'' = -\operatorname{tg}^3 q \cdot \Psi$$

Ψ ne dépendant de même que de t .

En pratique on n'emploie pas plus de 6 décimales dans la résolution de l'équation de Gauss. Or, la correction (9) donnera souvent encore la huitième décimale en $\log \sin z$, sauf les cas exceptionnels, dans lesquels les quantités négligées commencent à influencer sur l'unité de la septième décimale. Quoique l'expression (9) soit donc suffisamment exacte, nous nous permettons d'indiquer encore une autre formule de correction très simple, déduite comme (9), mais en tenant compte de la plupart des quantités négligées:

$$dx_0'' = -\operatorname{tg}^3 x_0 \cdot \cos^3 (1+x) x_0 \cdot \psi_0 \quad (9^*)$$

Les expressions (9*) et (9) se confondant dans la pratique, nous ne nous y arrêterons pas.

$\log t.$	$\log \varphi.$	$\log \psi.$ (proc. B).	$1+z$ (proc. A).	$\log t.$	$\log \varphi.$	$\log \psi.$ (proc. B).	$1+z$ (proc. A).
7.7	0.009	5.5	1.0	8.56	0.0731	5.57	1.20
8.00	.0180	5.51	1.04	.58	.0771	5.57	1.21
8.05	.0203	5.51	1.05	8.60	.0815	5.58	1.22
8.10	.0229	5.51	1.06	.62	.0861	5.58	1.24
8.15	.0258	5.52	1.06	.64	.0911	5.59	1.26
8.20	.0292	5.52	1.07	.66	.0964	5.60	1.28
.22	.0307	5.52	1.08	.68	.1021	5.60	1.30
.24	.0322	5.52	1.08	8.70	.1083	5.61	1.32
.26	.0338	5.53	1.08	.71	.1115	5.61	1.33
.28	.0356	5.53	1.09	.72	.1149	5.62	1.34
8.30	.0374	5.53	1.09	.73	.1184	5.62	1.36
.32	.0393	5.53	1.10	.74	.1221	5.63	1.37
.34	.0413	5.53	1.10	.75	.1259	5.63	1.39
.36	.0434	5.54	1.11	.76	.1298	5.64	1.40
.38	.0457	5.54	1.12	.77	.1340	5.64	1.42
8.40	.0481	5.54	1.12	.78	.1383	5.65	1.44
.42	.0506	5.54	1.13	.79	.1428	5.66	1.46
.44	.0533	5.55	1.14	8.80	.1475	5.66	1.48
.46	.0561	5.55	1.15	.81	.1524	5.67	1.51
.48	.0591	5.55	1.15	.82	.1576	5.68	1.53
8.50	.0623	5.56	1.16	.83	.1631	5.68	1.56
.52	.0657	5.56	1.17	.84	.1688	5.69	1.59
.54	.0692	5.56	1.19	.85	.1748	5.70	1.62
8.56	0.0731	5.57	1.20	8.86	0.1812	5.71	1.66

§ 4. Voici quelques exemples¹.

Premier exemple. Planète 534 (Bauschinger, Bahnbestimmung, p. 273).

$$\begin{array}{ll}
 \text{Proc. A.} & \sin(z - 5^{\circ}56'14''.4) = [1.304548] \sin^4 z \\
 & \sin q = 9.01469 \quad \cos q = 9.99766 \\
 & t_0 \quad 8.3463 \\
 & \varphi \quad 420 \quad 1+z = 1.10 \\
 & \text{tg } q \quad 9.0170 \\
 & \text{tg } x_0 \quad 7.4053 \quad 3 \log \cos x_0 = 0.0 \times 10^{-4} \\
 & \text{corr. } 0,0 \times 1.10 \quad 0 \\
 & x \quad 8'44''.5 \\
 & z \quad 6^{\circ}4'58''.9
 \end{array}$$

¹ Les types du calcul supposent un calculateur muni de l'arithmomètre, que nous considérons à présent comme un instrument indispensable aux astronomes.

M. Bauschinger a trouvé, avec 6 décimales, la valeur finale $z = 6^{\circ}4'58''.83$.

Second exemple. Planète 28 (Ивановъ, Теоретическая астрономія, p. 287).

$$\text{Proc. B.} \quad \sin(z - 4^{\circ}25'33''.8) = [1.88412] \sin^4 z$$

$$\begin{array}{ll} \sin q = 8.88746 & \cos q = 9.99870 \\ t_0 & 8.5452 \\ \varphi_0 & 702 \quad \psi_0 \quad 5.56 \\ \text{tg } q & 8.8888 \\ \text{tg } x_0 & 7.5042 \quad \text{tg}^3 x_0 \quad 2.51 \\ x_0 & 10'58''.6 \quad \log \Delta x_0 \quad 8.07_n \\ \Delta x_0 & 0.0 \\ z & 4^{\circ}36'32''.4 \end{array}$$

M. Ivanoff, par un calcul à 5 décimales, a trouvé la valeur identique $z = 4^{\circ}36'32''.4$.

Troisième exemple. Planète Junon 3 (Gauss, Theoria motus, art. 154).

$$\text{Proc. A.} \quad \sin(z - 13^{\circ}38'51''.51) = [0.5989542] \sin^4 z.$$

Dans cet exemple classique \bar{q} a déjà une valeur assez rarement atteinte dans les observations modernes.

$$\begin{array}{ll} \sin q = 9.37282 & \cos q = 9.88756 \\ t_0 & 8.7050 \\ \varphi_0 & .1099 \quad 1 + z \quad 1.32 \\ \text{tg } q & 9.3853 \\ \text{tg } x_0 & 8.2002 \quad 3 \log \cos x_0 - 1.5 \times 10^{-4} \\ \text{corr. } 1.5 \times 1.32 & -2 \\ x & 54'28''.8 \\ z & 14^{\circ}33'20''.3 \end{array}$$

Gauss donne $z = 14^{\circ}33'19''.50$ (la valeur vraie étant, à son tour, $z = 14^{\circ}33'19''.493$).

La différence entre notre valeur et celle de Gauss est encore tout entière dans les limites de l'exactitude du calcul à cinq décimales, parce qu'elle correspond à 0.65×10^{-5} en $\log \sin z$.

A ces trois exemples, déjà traités par M. Orloff dans son récent article¹, nous ajoutons un quatrième, particulièrement difficile, quoique q y est modéré, z s'y approchant de son point critique. Nous l'avons choisi pour montrer la portée effective de notre méthode dans les cas les plus défavorables qui puissent se présenter.

Quatrième exemple. Planète 433 Eros (Bauschinger, l. c., p. 294).

$$\text{Proc. B.} \quad \sin(z - 10^\circ 3' 24''.9) = [1.126497] \sin^4 z$$

$$\sin q = 9.24211 \quad \cos q = 9.99328$$

$$t_0 = 8.8461$$

$$\varphi_0 = 1725 \quad \psi = 5.70$$

$$\text{tg } q = 9.2488$$

$$\text{tg } x_0 = 8.2674 \quad \text{tg}^3 x_0 = 4.80$$

$$x_0 = 1^\circ 3' 37''.5 \quad \log \Delta x_0 = 0.50_n$$

$$z = 11^\circ 6' 59''.2 \quad \Delta x_0 = -3''.2$$

M. Bauschinger a trouvé, à six décimales, la valeur finale $z = 11^\circ 6' 59''.1$.

On voit que dans tous les exemples notre petite table fournit en effet les valeurs de $\sin z$, dont 5 décimales sont exactes. Nous revenons encore (§ 7) aux cas de Junon et d'Eros.

On peut résoudre l'équation de Gauss par un procédé d'itération de la forme

$$y = a \tag{10}$$

où

$$y = \sin(z_{n+1} - q) \quad a = m \sin^4 z_n \quad z = \lim z_n.$$

Si l'on emploie ce procédé dans le cas d'Eros, sans y appliquer d'artifices abrégatifs, il faudrait quinze approximations (avec $z_0 = q$), pour arriver à la valeur de z , exacte au moins de 0".005 (à comparer § 7).

§ 5. Il y a lieu ici de rapprocher nos résultats de ceux qu'a obtenus M. Orloff dans l'article déjà cité. M. Orloff résout le problème, comme

¹ A. J. Orlov. Réduction de la question sur la détermination de l'orbite elliptique à la résolution d'une équation du 4-me ordre $y - y^4 = a$. Bull. Ac. Petr. Sér. VI, 1915, p. 1853.

d'habitude, par la méthode des approximations successives, mais il quitte l'équation simple (10), en remontant, à l'équation du quatrième degré¹

$$y - y^4 = a \quad (11)$$

où

$$y = \sqrt[3]{m} \sin z_{n+1} \quad a = \sqrt[3]{m} \sin q (1 - \varepsilon) \quad \varepsilon = (z_n - q) \operatorname{tg} \frac{z_n}{2} \quad z = \lim z_n^2.$$

On commence par $z_0 = q$, c'est à dire $\varepsilon = 0$.

S'il y a même, peut-être, une légère complication analytique, on en obtient en revanche une convergence bien plus rapide des approximations. C'est ainsi que déjà la première approximation n'aura que rarement une erreur dépassant 25"; c'est en effet le chiffre qu'on déduit de l'examen attentif des erreurs effectives en cette méthode: voir tableau (I) de ce paragraphe.

La valeur de y , satisfaisant à l'équation (11), se détermine par une Table à simple entrée. Quant à la relation fonctionnelle entre y et a , elle est parente à la relation (5) entre φ et t . Si l'on pose, en effet $a = t^{1/3}$ on trouve $\varphi = y^4 : a^4$.

L'erreur analytique dz de la première approximation de la méthode de M. Orloff est donnée par la formule approximative

$$dz = \frac{(z - q) \operatorname{tg} \frac{z_0}{2} \sin q \sec z}{1 - 4 m \sin^3 z}$$

que l'on obtient en différentiant la formule $\sin z - m \sin^4 z = \sin q (1 - \varepsilon)$.

De cette façon on trouve cette erreur dans les exemples traités

Planète:	534	28	3	433	
	$dz = 3''.20$	$2''.30$	$135''$	$106''$	(I)
	$q = 5^\circ.9$	$q = 4^\circ.4$	$q = 13^\circ.6$	$q = 10^\circ.0$	

La quantité t étant supposée constante, dz croît un peu plus vite que la troisième puissance de q . Pour les petites planètes proches du Soleil, et surtout ayant des inclinations considérables, q atteindra souvent 10° .

¹ Le rôle que joue l'équation du quatrième degré dans le problème a été signalé déjà par Steinbrink; voir l'article de M. Witt, Astr. Nachr. N° 4113. *Note pendant la correction.*

² A la rigueur, d'une manière approximative seulement.

L'erreur de la première approximation de x_0 , obtenue par notre formule (7), est donnée par la formule (9); on trouve dans les mêmes cas

$$dx_0'' = 0''.006 \quad 0''.012 \quad 1''.62 \quad 3''.15. \quad (\text{II})$$

§ 6. Si l'on tient à déterminer, comme M. Orloff, directement $\sin z$, et non l'angle $x = z - q$, on pourra se servir de la transformation suivante, assez similaire à celle, qui est proposée par M. Orloff. Nous y parvenons à faire disparaître, en pratique, les approximations successives, et les tables auxiliaires auraient en moyenne des différences environ 5 fois plus petites.

Remarquons l'identité

$$\sin(z - q) = [\sin z - \sin q] \frac{\cos \frac{z - q}{2}}{\cos \frac{z + q}{2}}$$

qui permet d'écrire l'équation de Gauss sous la forme (rigoureuse)

$$\sin z - \sin q = \frac{\cos \frac{z + q}{2}}{\cos \frac{z - q}{2}} m \sin^4 z. \quad (12)$$

Si l'on pose

$$\sin z = f \cdot \sin q \quad (13)$$

et

$$t' = m \sin^3 q \frac{\cos \frac{z + q}{2}}{\cos \frac{z - q}{2}} \quad (14)$$

l'équation (12) sera satisfaite identiquement, à moins que l'on ait

$$f - t' f^4 = 1 \quad (15)$$

Remarquons tout de suite, que les valeurs des arguments t et t' étant supposées les mêmes, f n'est autre chose que $\varphi^{\frac{1}{4}}$.

On posera dans la première approximation, $z = q$ dans la formule (14)

$$t_0' = m \sin^3 q \cos q.$$

Si l'on se reporte à l'expression (6), on voit que $t_0' = t_0$.

L'équation (15) donnera, par une Table à construire, la valeur correspondante de f et (13) fera connaître z_0 . On pourrait maintenant recommencer le cycle, en substituant z_0 dans l'expression (14). Mais il sera beaucoup plus simple de se servir d'une formule différentielle, notre première approximation

étant déjà bonne. La correction de z_0 se trouve être, comme (9), d'une grande simplicité.

L'expression (13) donne

$$d \log \sin z = d \log f = \frac{1}{4} d \log \varphi = \frac{1}{4} d \log t \cdot \frac{d \log \varphi}{d \log t} = \frac{z}{4} d \log t.$$

Mais, d'autre part, la correction à appliquer au t_0' est:

$$dt = m \sin^3 q \left(\frac{\cos \frac{z+q}{2}}{\cos \frac{z-q}{2}} - \cos q \right) = -m \sin^3 q \sin q \operatorname{tg} \frac{z-q}{2} - \frac{1}{2} m \sin^4 q \operatorname{tg} (z-q),$$

ou encore, si l'on se reporte aux expressions (6) et (4)

$$dt = - \frac{t}{2} \cdot \varphi \cdot t \cdot \operatorname{tg}^2 q.$$

L'expression pour $d \log \sin z_0$ devient

$$d \log \sin z_0 = - \operatorname{tg}^2 q \cdot \omega \quad (16)$$

où l'on a posé pour abrégé

$$\omega = \frac{M}{8} \cdot \varphi \cdot t \cdot z \quad M = 0.43429 \dots \quad (17)$$

Nous donnons ci-joint une petite table de $10^4 \times \omega$.

$\log t.$	$10^{-4} \omega.$	$\log t.$	$10^{-4} \omega.$
8.1	0	8.5	3
8.2	1	8.6	6
8.3	1	8.7	11
8.4	2	8.8	23

L'expression (16), appliquée à nos 4 exemples, donne comme erreur de la première approximation de ce paragraphe

Planète:	534	28	3	433
dz_0''	0.08	0.10	8.36	10.1

(III)

Les quantités (III) sont assez petites, à comparer aux (I), mais elles sont encore bien plus grandes que les quantités (II), qui correspondent à la transformation du § 1.

Les tables de f demandent évidemment autant de décimales, qu'on en cherche dans $\sin z$. Il est vrai, que le premier chiffre après la virgule y serait constamment 0; toutefois elles auraient, pour la même étendue, les différences 2.5 plus grandes que les tables correspondantes en φ , fournissant même, en général, l'exactitude moindre. La transformation du § 1 sera donc plus utile.

§ 7. Pour faire la preuve de l'exactitude de nos corrections différentielles de x_0 (§ 2) et de z_0 (§ 6), nous n'avons à considérer que les exemples extrêmes de Junon et d'Eros. Nous faisons usage d'une Table manuscrite, que nous avons préparée, donnant $\log t$ à 7 décimales pour chaque millième de $\log \varphi$.

On trouve d'abord, d'après les tables Bauschinger-Peters

Junon:	$\sin q$	9.372 82039	$\cos q$	9.987 56132
Eros:		9.242 10986		9.993 27517

D'où l'on obtient

Junon:	$\log t_0 =$	8.704 9767
Eros:	$\log t_0 =$	8.846 1018

Nos Tables donnent alors

Junon:	$\log \varphi_0 =$	0.109 8719	$\log f_0 =$	0.027 46797
Eros:	$\log \varphi_0 =$	0.172 4490	$\log f_0 =$	0.043 11226

et aussi

Junon:	$z =$	0.325	$\log \psi =$	5.61266	$\log \omega =$	7.06112
Eros:	$z =$	0.601	$\log \psi =$	5.69673	$\log \omega =$	7.53696

On en obtient

Junon:	$\text{tg } x_0 =$	[8.200 1077]	d'après § 2;	$\sin z_0 =$	9.400 28836	d'après § 6
Eros:	$\text{tg } x_0 =$	[8.267 3855]	» » ;	$\sin z_0 =$	8.285 22212	» »

Les corrections $\Delta x_0''$, d'après (9*) et $\Delta \log \sin z_0$ d'après (16) sont

Junon:	$\Delta x_0''$	— 1".631	$\Delta \log \sin z_0$	$10^{-8} \times$	6786
Eros:		— 3.146		$10^{-8} \times$	10830

Finalement on trouve pour z :

	D'après § 2 proc. B.	Erreur.	D'après § 6.	Erreur.	Val. vraie.
Junon	14°33'19"493	0"000	19"485	—0"008	19"493
Eros	11° 6'59"096	0"000	59"077	—0"019	59"096

Si l'on se sert de la formule de correction (9), au lieu de (9*), les erreurs du procédé du § 2 deviennent — 0"002 et — 0"008.

Les cas considérés ici étant extrêmes, et les calculs de $\log \sin z$ se faisant dans la pratique actuelle avec 6 décimales au plus, nous pouvons en conclure, que les corrections différentielles (9) et (16) suffiront toujours. Les formules du § 2 suffisent même pour le calcul à 7 ou à 8 décimales.

§ 8. D'après ce qui précède (§ 2 et § 6) on voit que la quantité

$$t_0 = t'_0 = m \sin^3 q \cos q$$

est liée intrinsèquement avec la solution du problème de Gauss. Quelle est son expression en fonction des quantités primaires?

En employant les notations de M. Bauschinger (l. c., p. 270—271), on trouve

$$t_0 = \frac{l}{\mu (R_2 \sin \delta_2)^3} \sin^3 q \cos q = \frac{l}{\mu^4} \cos q. \quad (18)$$

On tire d'ailleurs du triangle SP_2R (Bauschinger, l. c., p. 270)

$$r_2 \sin x = \frac{l}{r_2^3} \sin q,$$

d'où

$$r_2 = \sqrt[4]{\frac{l \sin q}{\sin x}}. \quad (19)$$

$\sin x$ est connu numériquement par les formules du § 2 en fonction de q et t_0 ; la formule (19), avec l'expression (18) de t_0 , nous donne donc r_2 , sans qu'on se serve de m ou de z . Au surplus, on pourra déterminer ensuite φ_2 par l'équation

$$\varphi_2 = k - \frac{l}{r_2^3}$$

qui se prête d'ailleurs très bien au calcul numérique, vu la petitesse relative de $l:r_2^3$. Ainsi on trouve r_2 et φ_2 sans avoir employé les quantités m et z de l'équation de Gauss. C'est ce qu'on peut exprimer encore ainsi: dans

les calculs ordinaires pour la détermination de l'orbite d'une petite planète, observée vers l'opposition, on pourrait — au point de vue du calcul numérique — se passer de l'équation de Gauss.

Notons encore que d'après (18) t_0 est à peu près égal à $\frac{k}{\mu^4} \cos q$; cette relation nous a été utile dans diverses réflexions sur le sujet de cette note.

Voici, en résumé, le contenu de notre article.

1) Une transformation de l'équation de Gauss (§ 1) réduit à deux le nombre des approximations successives (§ 2) dans la détermination de z . Il suffit même d'une seule approximation pour en obtenir z par une formule de correction (§ 2, procédés B et A).

2) Les Tables auxiliaires pour calcul de $\log \sin z$ à 5 décimales sont données (§ 3). Exemples (§ 4).

3) Nos résultats sont comparés (§ 5) à ceux qu'a obtenus M. Orloff. Une autre transformation de l'équation de Gauss est indiquée (§ 6), mais c'est la transformation du § 1 qui est plus avantageuse.

4) Nous montrons (§ 7) que même dans les cas extrêmes les erreurs de nos formules de correction sont insensibles.

5) Nous finissons (§ 8) par quelques remarques sur le rôle de l'équation de Gauss dans la détermination de l'orbite d'une petite planète, observée vers l'opposition ($z - q < 1^\circ$)¹.

Jurjev (Dorpat), Observatoire de l'Université.
1916, janvier 10/23.

¹ Après que cet article eut été rédigé, nous avons rencontré la transformation du § 1 chez M. Witt (Astr. Nachr. № 4113); cet auteur en déduit quelques règles pour la résolution de l'équation de Gauss, menant promptement au bout, mais un peu compliquées par le désir d'éviter toute Table auxiliaire. — Les Tables détaillées de nos fonctions auxiliaires sont en cours de publication par l'Observatoire de Jurjev (Dorpat). — *Note ajoutée sur les épreuves.*

On Chandler's Period in the latitude variation.

By O. Backlund.

(Presented to the Imperial Academy of Sciences, February 3/12, 1916).

II.

In the preceding note on Chandler's period I shew that, starting from

$$\frac{1}{H_y} = \frac{\cos(\sqrt{y} - 3\Delta\theta)}{\sin y}$$

0 is obtained by means of the formula

$$36(\theta_0 + \Delta\theta) = \sum_{v=0}^{v=5} (W_{n-1-v} - W_v); \quad n = 12$$

The values computed from the x — coordinates in Witting's paper are given in that note. In the present note I give the corresponding values derived from the y — coordinates. The θ_y correspond exactly to the same epoques as the θ_x .

x		Y		$III = \frac{I+II}{2}$
I		II		
	θ_y .		θ_y .	θ_y .
1	29°5	2	30°1	29°8
3	30.3	4	30.1	30.2
5	29.8	6	30.2	30.0
7	30.3	8	30.4	30.4
9	30.9	10	31.0	30.8
11	30.6	12	30.4	30.5
13	30.5	14	30.0	30.2
15	29.9	16	(29.9)	(29.8)

We have here evidently an analogous systematic variation of θy as of θx . After some trial I found that a period of 18.62 is pretty well indicated. I then developed the θx and θy in Fourier's series. For this cause I extrapolated θx and θy for n^0 16 given in brackets under II. This extrapolated value cannot be in error more than 0.2 , which has no sensible influence on the result. As a test of this supposition I calculated the θ , very nearly for the epoques corresponding to 16, from observations made in Pulkovo 1908.3—1915.0. This yielded $\theta = 30.05$, which corroborates the above result viz. that θ has in 15 and 16 very nearly the same values as in 1 and 2.

The coefficients of the Fourier's series

$$\Delta\theta = \frac{1}{2} c_0 + c_1 \cos \omega t + c_2 \cos 2\omega t + c_3 \cos 3\omega t + c_4 \cos 4\omega t \dots \\ + s_1 \sin \omega t + s_2 \sin 2\omega t + s_3 \sin 3\omega t \dots$$

are given in the following table for θx and θy . $\Delta\theta x$ and $\Delta\theta y$ are the corrections to the means of the θ .

$\Delta\theta_x$				$\Delta\theta_y$			
I	II	III	III-c	I	II	III	III-c
$c_0 \dots +0.02$	-0.03	0.00	$+0.2$	$+0.02$	0.02	$+0.01$	-0.1
$c_1 \dots -0.26$	-0.37	-0.31	0.0	-0.46	-0.39	-0.41	$+0.1$
$c_2 \dots +0.10$	$+0.12$	$+0.10$	0.0	-0.05	$+0.22$	$+0.10$	-0.3
$c_3 \dots +0.16$	$+0.08$	$+0.11$	0.0	-0.14	-0.06	-0.09	-0.1
$c_4 \dots +0.05$	$+0.01$	$+0.04$	0.0	-0.05	$+0.06$	-0.01	$+0.2$
$s_1 \dots 0.00$	$+0.18$	$+0.08$	0.0	-0.12	$+0.08$	0.00	$+0.1$
$s_2 \dots 0.00$	-0.11	$+0.02$	-0.2	-0.23	-0.01	$+0.10$	0.0
$s_3 \dots 0.00$	-0.10	$+0.01$	0.0	$+0.23$	$+0.05$	-0.12	-0.1

The epoques for I, II and III are respectively 1891.4, 1892.6 and 1892.0. We see at once that all the coefficients except c_1 are uncertain. The $c_{1,y}$ are systematically greater than the $c_{1,x}$. I have taken the mean of them and accepted the following approximate formulae

$$\theta_x = 30.36 - 0.36 \cos 19.32 \{ (t - 1892.0) + 11.6 \} \\ \pm 31 \quad \pm 4 \\ \theta_y = 30.22 - 0.36 \cos 19.32 \{ (t - 1892.0) + 11.6 \} \\ \pm 45 \quad \pm 6$$

These formulae were compared with the tabulated θ_x (foregoing note) and θ_y III. The results are given under III—c. From the differences are also calculated the probable errors. The phase 11.6 is certainly not very exact.

The expressions for θ_x and θ_y give us those for the period:

$$P_x = 432.7 \quad \{1 + 0.012 \cos[19.32 (t - 1892.0) + 11.6]\} \\ \pm 0.35$$

$$P_y = 434.3 \quad \{1 + 0.012 \cos[19.32 (t - 1892.0) + 11.6]\} \\ \pm 0.51$$

I

The difference between the mean periods is twice greater than the sum of the probable errors; the question if they really are different I leave as yet open. The minima and maxima are

$$P_x \text{ min.} = 427.5; \quad P_x \text{ max.} = 437.9 \\ P_y \text{ min.} = 429.1; \quad P_y \text{ max.} = 439.5$$

The times of minima and maxima next to the epoqe of the formula are resp. 1900.7 and 1891.4. From the observation with the great Vertical circle at Pulkovo for the catalogues 1865.0 and 1845.0 Bonsdorff and Ivanoff have derived as period 428 days. We find now by the formule I y the following times for the minima

$$1882.1, \quad 1863.5, \quad 1844.9$$

Taking the means of P_x and P_y the corresponding minimum is 428.3. The epoqe differs from that of the catalogue 1845.0 only by 0.1 year. For 1865.0, the epoqe of the second Pulkovo Catalogue, the value of $\frac{\theta_x + \theta_y}{2}$ is 428.7.

From his observations 1882—1892 Nyrén derives for the period 432.8, mean epoqe 1887.2. Our formulae give for the same epoqe $P_x = 432.4$; $P_y = 433.0$. As Nyrén's value has a probable error of about 5 days the agreement is satisfying, but the test of our formulae is not very strong. Calculating backwards our formulae represent accordingly the available observations within the limits of the probable errors. Notwithstanding this favourable instance I look at the result only as a rough approximation as being the first attempt to approach to an adequate expression for

Chandler's period and the possibility to predict the position of the pole. The material is still too poor, the observations extending only over one period whose length must be further controlled. It is therefore of the highest importance that the observations of the latitude variation should be carried on without interruption till the problem is solved perfectly. Presently it is too early to enter in a discussion of the physical cause of the variation in θ . But so much is evident that the result arrived at cannot come from an error of the constant of nutation.

I have chosen the method of calculation so as to eliminate the secular variation in x and y , if such a motion really exists. In the successive differences $s_y - s_{y+1}$ it is very nearly excluded.

In the following and last note on this subject I will treat the amplitude.

For the assistance in computing the θ_y I am indebted to Mrs Romanskj.

Къ вопросу о строеніи кристалловъ.

Г.

А. Пубникова.

(Представлено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 20 января 1916 г.).

Введение. Цѣль настоящей статьи состоитъ въ томъ, чтобы ближе подойти къ разрѣшенію задачи о строеніи кристалловъ. Для достиженія этой цѣли мнѣ кажется необходимымъ разрѣшить одну чисто геометрическую задачу — задачу заполнения плоскости и пространства особыми многоугольниками и многогранниками, которые я назову соответственно *планатомами* и *стереоатомами*. Въ настоящей статьѣ я остановлюсь только на *планатомахъ*. Такъ какъ между планатомами съ одной стороны и типическими изогонами Е. С. Федорова¹ — съ другой есть большая аналогія, то мнѣ сначала придется остановиться на этихъ послѣднихъ.

Выводъ всѣхъ возможныхъ изогоновъ и изоэдровъ.

Теорема I Эйлера. Если обозначимъ число граней многогранника черезъ F , число вершинъ черезъ E и число реберъ черезъ K , то

$$E + F = K + 2 \dots \dots \dots 1)$$

Доказательство. Въ самомъ дѣлѣ, при склеиваніи многогранника изъ его граней мы замѣчаемъ, что при прибавленіи новой грани реберъ прибавляется на единицу больше чѣмъ вершинъ; послѣдняя грань (крышка) не измѣняетъ ни числа реберъ, ни числа вершинъ. Такимъ образомъ только

¹ По Е. С. Федорову, изогономъ называется многогранникъ, въ каждой вершинѣ котораго сходится по одному и тому же числу реберъ или граней. Изоэдромъ называется многогранникъ, у котораго всѣ грани одного и того же наименованія. Типическимъ изогономъ называется многогранникъ съ равными или симметричными гоноэдрами (многогранными углами). Подтипическій изоэдръ получается изъ типическаго изогона такъ. Опшемъ сферу около типическаго изогона, проведемъ касательныя къ сферѣ плоскости черезъ вершины; эти плоскости и образуютъ подтипическій изоэдръ. Въ подтипическомъ изоэдрѣ всѣ грани имѣютъ не только одно наименованіе, но онѣ всѣ или равны между собой, или симметричны.

$F-2$ прибавленій новыхъ граней измѣняютъ число реберъ въ сравненіи съ числомъ вершинъ. Число реберъ возрастетъ при этомъ въ сравненіи съ числомъ вершинъ на $F-2$, т. е. $K = E + (F-2)$.

Теорема II. Для изогоновъ $K = \frac{M \cdot E}{2}$, гдѣ M есть число реберъ, сходящихся въ каждой вершинѣ изогона.

Доказательство. Если въ каждой вершинѣ сходится по M реберъ, то въ E вершинахъ, казалось бы, сойдутся $M \cdot E$ реберъ. Произведение $M \cdot E$, однако, слѣдуетъ раздѣлить на 2, потому что каждое ребро соединяетъ 2 вершины и при подсчетѣ повторяется 2 раза. Итакъ

$$K = \frac{M \cdot E}{2} \dots \dots \dots 2)$$

Теорема III. $M < 6$.

Доказательство. Обозначимъ сумму всѣхъ плоскихъ угловъ изогона черезъ ΣP . Если бы всѣ грани его были треугольниками, то ΣP равнялась бы $2d \cdot F$, но среди граней могутъ быть и четырехугольники, и пятиугольники и т. д.; поэтому

$$\Sigma P \geq 2d \cdot F.$$

Раздѣливъ ΣP на E , получимъ сумму плоскихъ угловъ при каждой вершинѣ изогона, которая меньше $4d$:

$$4d > \frac{\Sigma P}{E} \geq \frac{2d \cdot F}{E}.$$

Отсюда

$$2 > \frac{F}{E} \dots \dots \dots 3)$$

Подставимъ въ формулу Эйлера изъ выраженія 2) значеніе для K ; получаемъ

$$M = 2 \left(1 + \frac{F}{E} - \frac{2}{E} \right).$$

Принимая во вниманіе неравенство 3), это послѣднее равенство преобразуемъ въ

$$M < 2 \left(1 + 2 - \frac{2}{E} \right);$$

отсюда

$$M < 6 \dots \dots \dots 4)$$

Такъ какъ въ каждой вершинѣ многогранника не можетъ сходиться меньше трехъ реберъ, то единственно возможными для M значеніями являются 3, 4 и 5. Изъ этой теоремы слѣдуетъ также, что въ изогонѣ не можетъ быть болѣе пяти различныхъ по наименованію граней. Теперь выведемъ всѣ изогоны послѣдовательно полагая $M = 3, 4, 5$.

$M=3$. Въ этомъ случаѣ въ каждой вершинѣ изогона сходятся три грани. Пусть наименованія этихъ граней будутъ a, b, c , причемъ не исключается возможность ихъ равенства. Сколько граней наименованія a будетъ имѣть многогранникъ, если число его вершинъ — E ? Если при каждой вершинѣ мы имѣемъ по одной грани наименованія a , то всего ихъ будетъ $\frac{E}{a}$; E приходится дѣлить на a , потому что при такомъ подсчетѣ каждая грань повторится a разъ. Всѣхъ граней многогранникъ будетъ имѣть

$$F = \frac{E}{a} + \frac{E}{b} + \frac{E}{c} = E \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right).$$

Формула Эйлера принимаетъ теперь видъ

$$E \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right) = K + 2 - E.$$

Принимая во вниманіе равенство 2), имѣемъ

$$E \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} \right) = \frac{3 \cdot E}{2} + 2 - E,$$

или

$$E = \frac{2}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} - \frac{1}{2}} \dots\dots\dots 5)$$

Это уравненіе удовлетворяется только въ слѣдующихъ 10 случаяхъ (табл. I).

Таблица I.

№	a	b	c	E	Названіе изогона по Федорову.
1	3	3	3	4	Сфеноидъ.
2	n	4	4	$2 \cdot n$	Трапецоздрический призмодъ.
3	3	6	6	12	Притупленный тетраэдръ.
4	3	8	8	24	Притупленный кубъ.
5	3	10	10	60	Притупленный додекаэдръ.
6	4	6	6	24	Притупленный октаэдръ.
7	4	6	8	48	Притупленный кубооктаэдръ.
8	4	6	10	120	Притупленный додекаэдро-икосаэдръ.
9	5	5	5	20	Додекаэдръ.
10	5	6	6	60	Притупленный икосаэдръ.

№ 2, гдѣ a можетъ принимать любое значеніе, обнимаетъ собой бесчисленное множество многогранниковъ.

$M = 4$. Въ этомъ случаѣ формула Эйлера принимаетъ видъ

$$E = \frac{2}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d} - 1} \dots\dots\dots 6)$$

и удовлетворяется лишь въ пяти случаяхъ (табл. II).

Таблица II.

№	a	b	c	d	E	Названіе изогона по Федорову.
11	n	3	3	3	$2-n$	Призмодъ.
12	3	3	4	4	12	Кубо-октаэдръ.
13	3	3	5	5	30	Додекаэдро-икосаэдръ.
14	3	4	4	4	24	Прямой (косой) тетрагоноэдрический при- тупленный кубо-октаэдръ.
15	3	4	4	5	60	Тетрагоноэдрический притупленный додека- эдро-икосаэдръ.

$M = 5$. Формула Эйлера для этого случая принимаетъ видъ

$$E = \frac{2}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d} + \frac{1}{e} - \frac{3}{2}} \dots\dots\dots 7)$$

и удовлетворяется только въ трехъ случаяхъ (табл. III).

Таблица III.

№	a	b	c	d	e	E	Названіе изогона по Федорову.
16	3	3	3	3	3	12	Призмодъ тригональный.
17	3	3	3	3	4	24	» тетрагональный.
18	3	3	3	3	5	60	» пентагональный.

Изъ выше изложеннаго слѣдуетъ, что всякій изогонъ долженъ удовле-
творять одному изъ трехъ видовъ формулы Эйлера. Обратнаго мы утвер-
ждать не можемъ, поэтому по каждому рѣшенію уравненія Эйлера мы въ

дѣйствительности должны построить изогонъ, чтобы утверждать, что онъ существуетъ. Это построение мы можемъ сдѣлать совершенно независимо отъ формулы Эйлера, роль которой при этомъ сводится къ тому, что, пользуясь ея рѣшеніями, мы можемъ быть увѣренными, что построенными нами изогонами исчерпываются, дѣйствительно, всѣ случаи изогоновъ, такъ какъ число послѣднихъ не должно превышать числа рѣшеній. Намъ интересуютъ лишь типическіе изогонъ. Построение ихъ сводится къ тому, что мы беремъ послѣдовательно всѣ случаи симметріи конечныхъ фигуръ и съ каждымъ изъ нихъ продѣлываемъ слѣдующую операцію. Возьмемъ точку и помѣстимъ ее въ произвольномъ мѣстѣ по отношенію къ элементамъ симметріи; эта точка повторится элементами симметріи, и въ результатѣ получится совокупность точекъ, коими вполне опредѣляется типическій изогонъ, вершинами котораго эти точки являются. Такой типическій изогонъ мы будемъ называть *общимъ* для даннаго класса симметріи въ отличіе отъ частныхъ, которые получимъ, если исходную точку будемъ помѣщать на осяхъ или плоскостяхъ симметріи. Изъ общихъ изогоновъ мы получимъ и общіе изоэдры, а изъ частныхъ — частные. По терминологіи, принятой въ кристаллографіи, общіе и частные изоэдры суть не что иное, какъ общія и частныя простыя формы. На рис. 1 изображенъ какъ примѣръ типическаго изогона притупленный кубо-октаэдръ (№ 7, табл. I), изъ котораго можетъ быть полученъ извѣстный въ кристаллографіи гексаксоктаэдръ или сорокавосмигранникъ. Для болѣе подробнаго ознакомленія съ изогонами и изоэдрами отсылаю читателя къ книгѣ Федорова¹; намъ же достаточно одного притупленнаго кубо-октаэдра, чтобы на немъ показать свойства всѣхъ вообще типическихъ изогоновъ. Изъ построенія типическихъ изогоновъ мы убѣждаемся, что около cadaго изъ нихъ можно описать сферу, потому что точка, повторяясь въ элементахъ симметріи остается все время въ одномъ и томъ же разстояніи отъ центра симметріи (въ Федоровскомъ смыслѣ); это разстояніе и есть радіусъ описанной сферы. Изъ построенія подтипическихъ изоэдровъ мы убѣждаемся также, что въ каждый изъ нихъ можно вписать шаръ.

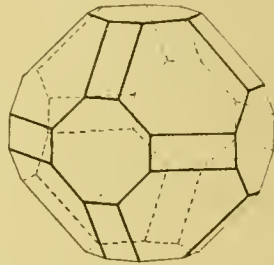


Рис. 1.

Около каждой грани типическаго изогона можно описать кругъ; этотъ кругъ есть сѣченіе описаннаго шара плоскостью грани.

¹ Е. Федоровъ. Начала ученія о фигурахъ (Зап. Имп. Спб. Мин. О-ва. 1885).

Посмотримъ теперь, сколько граней наименованія p имѣетъ изогонъ. Если при каждой вершинѣ у него такихъ граней пересѣкается n_p , то при E вершинахъ мы встрѣтимъ ихъ $\frac{n_p \cdot E}{p}$.

Произведеніе $n_p \cdot E$ нужно дѣлить на p потому, что каждая грань наименованія p имѣетъ p вершинъ, а потому сосчитывается p разъ. Если мы пожелаемъ знать не абсолютныя значенія чиселъ граней данного наименованія, а отношеніе этихъ чиселъ для граней различнаго наименованія, то придемъ къ отношенію

$$\frac{E \cdot n_p}{p} : \frac{E \cdot n_q}{q} : \dots = \frac{n_p}{p} : \frac{n_q}{q} : \dots, \dots \dots 8)$$

т. е. число граней данного наименованія въ изогонѣ пропорціонально числу этихъ граней при каждой вершинѣ и обратно пропорціонально наименованію грани. Для притупленнаго кубо-октаэдра, изображеннаго на рис. 1, отношеніе числа четырехугольниковъ къ числу шестиугольниковъ и къ числу восьмиугольниковъ будетъ равно

$$\frac{1}{4} : \frac{1}{6} : \frac{1}{8} = 6 : 4 : 3.$$

Въ числителяхъ дробей стоятъ здѣсь единицы потому, что при каждой вершинѣ притупленнаго кубо-октаэдра мы имѣемъ по одному четырехугольнику, шестиугольнику и восьмиугольнику. На этомъ мы и закончимъ разсмотрѣніе изогоновъ и изоэдровъ и перейдемъ къ главной задачѣ.

Выводъ всѣхъ возможныхъ случаевъ заполнения плоскости планатомами.

Предыдущій выводъ типическихъ изогоновъ сводится къ заполненію всѣми способами поверхности шара сферическими многоугольниками при условіи, чтобы въ вершинахъ сходились равные или симметричныя комплексы дугъ. Поставимъ себѣ теперь ту же задачу, но не для поверхности шара, а для плоскости. Будемъ называть пучкомъ прямыхъ совокупность отрезковъ прямыхъ, сходящихся въ одной точкѣ. Пучки будутъ равны или симметричны, если ихъ можно совмѣстить наложеніемъ или отраженіемъ. Поставленная задача формулируется теперь такъ. Найти всѣ способы заполнения плоскости многоугольниками безъ промежутковъ такъ, чтобы въ каждой вершинѣ любого многоугольника сходились равные или симметричныя пучки прямыхъ. Эти многоугольники мы будемъ называть *планатомами*.

Основная теорема IV. Для безгранично большой части плоскости,

сплошь заполненной многоугольниками, $E + F = K$, гдѣ F , E и K означаютъ соответственно числа многоугольниковъ, ихъ вершинъ и реберъ.

Доказательство. Возьмемъ какой-нибудь многоугольникъ и будемъ пристраивать къ нему остальные $F - 1$ многоугольниковъ. Каждый новый многоугольникъ прибавляетъ сторонъ на единицу больше, чѣмъ вершинъ. Слѣдовательно для плоскости, заполненной многоугольниками, мы имѣемъ равенство

$$K = E + (F - 1),$$

или

$$\frac{E + F}{K} = 1 + \frac{1}{K}.$$

При произвольномъ увеличеніи части плоскости членъ $\frac{1}{K}$ можно сдѣлать сколь угодно малымъ; лѣвая часть равенства при этомъ не стремится къ нулю, такъ какъ вмѣстѣ съ знаменателемъ возрастаетъ и числитель. Пренебрегая дробью $\frac{1}{K}$, имѣемъ

$$E + F = K \dots\dots\dots 9)$$

Теорема V. Для плоскости, заполненной планатомами, $M \leq 6$, гдѣ M —число реберъ пучка.

Доказательство. Очевидно, чѣмъ меньше углы многоугольниковъ, тѣмъ большее число ихъ, а, слѣдовательно, и реберъ, можетъ сходиться въ одной вершинѣ. Изъ всѣхъ многоугольниковъ треугольники имѣютъ наименьшіе углы, поэтому въ случаѣ заполнения плоскости одними треугольниками, M будетъ наибольшимъ. Такъ какъ сумма угловъ пучка равна $4 \cdot d$, а среднее значеніе угла треугольника равно $\frac{2 \cdot d}{3}$, то $M = 4d : \frac{2 \cdot d}{3} = 6$. Въ общемъ же случаѣ

$$M \leq 6 \dots\dots\dots 10)$$

Мы имѣемъ право брать здѣсь среднее значеніе угла потому, что всѣ пучки по условію равны между собой.

Теорема VI.

$$K = \frac{M \cdot E}{2} \dots\dots\dots 11)$$

Доказательство. Если въ каждой вершинѣ сходятся M реберъ, то въ E вершинахъ сойдутся $\frac{M \cdot E}{2}$ реберъ. Произведеніе $M \cdot E$ нужно раздѣлить на 2 потому, что каждое ребро соединяетъ 2 вершины и при подсчетѣ повторяется 2 раза.

Пользуясь предыдущими теоремами, преобразуем формулу $E + F = K$ для различных значений M . Мы сказали, что въ каждой вершинѣ сходится M реберъ. Замѣтимъ, что столько же сходится и многоугольниковъ. Пусть наименованія ихъ будутъ: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_M$, причемъ не исключается возможность равенства этихъ величинъ между собой. Если при каждой вершинѣ есть одинъ многоугольникъ наименованія a_1 , то всего такихъ многоугольниковъ при E вершинахъ будетъ $\frac{E}{a_1}$. Здѣсь E приходится дѣлить на a_1 потому, что каждый многоугольникъ сосчитывается столько разъ, сколько у него вершинъ. Всѣхъ многоугольниковъ при E вершинахъ будетъ, слѣдовательно,

$$F = \frac{E}{a_1} + \frac{E}{a_2} + \frac{E}{a_3} + \dots + \frac{E}{a_M} \dots\dots\dots 12)$$

Подставляя въ основную формулу 9) полученные выше значенія для F и K [см. 11) и 12)], имѣемъ

$$E + \frac{E}{a_1} + \frac{E}{a_2} + \dots + \frac{E}{a_M} = \frac{M \cdot E}{2},$$

или

$$M = 2 \left(1 + \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \dots + \frac{1}{a_M} \right) \dots\dots\dots 13)$$

Полагая $M = 3, 4, 5, 6$ получимъ слѣдующіе частные случаи этого уравненія и его рѣшеній.

$M = 3$. Въ этомъ случаѣ формула принимаетъ видъ

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_3} \dots\dots\dots 14)$$

и удовлетворяется въ четырехъ случаяхъ (табл. IV).

$M = 4$. Формула принимаетъ видъ

$$1 = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \frac{1}{a_3} + \frac{1}{a_4} \dots\dots\dots 15)$$

и удовлетворяется четырьмя рѣшеніями (табл. V).

$M = 5$. Формула принимаетъ видъ

$$\frac{3}{2} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \dots + \frac{1}{a_5} \dots\dots\dots 16)$$

и удовлетворяется двумя рѣшеніями (табл. VI).

$M = 6$. Формула принимаетъ видъ

$$2 = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \dots + \frac{1}{a_6} \dots\dots\dots 17)$$

и удовлетворяется только однимъ рѣшеніемъ (табл. VII).

Таблица IV.

№	a_1	a_2	a_3
1	3	12	12
2	4	6	12
3	4	8	8
4	6	6	6

Таблица V.

№	a_1	a_2	a_3	a_4
5	3	3	6	6
6	3	3	4	12
7	3	4	4	6
8	4	4	4	4

Таблица VI.

№	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
9	3	3	3	3	6
10	3	3	3	4	4

Таблица VII.

№	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
11	3	3	3	3	3	3

Такъ-же, какъ и въ случаѣ изогоновъ мы можемъ сказать, что каждый случай заполнения плоскости планатомапп долженъ удовлетворять основному уравненію, но не обратно. Забѣгая впередъ, укажемъ, что померу шестому (табл. V) какъ разъ не имѣется соотвѣтствующаго случая заполнения плоскости планатомапп.

Построеніе системъ планатомовъ. Для построенія системъ планатомовъ воспользуемся тѣмъ же способомъ, какъ и для построенія изогоновъ. Федоровымъ установлены 17 случаевъ симметріи бесконечныхъ плоскихъ фигуръ. Кромѣ элементовъ симметріи конечныхъ фигуръ бесконечныя плоскія фигуры допускаютъ существованіе плоскости скольженія и элемента поступательнаго движенія совмѣщенія¹. На рис. 2 изображены по Федорову всѣ 17 случаевъ (классовъ) симметріи плоскихъ бесконечныхъ фигуръ, при чемъ плоскости скольженія изображены пунктиромъ, а элементъ посту-

¹ Элементъ поступательнаго движенія совмѣщенія состоитъ въ томъ, что бесконечная фигура приходитъ въ совмѣщеніе сама съ собой всякій разъ, какъ мы передвинемъ ее въ нѣкоторомъ направленіи на нѣкоторое, всегда одно и то же, разстояніе. Такъ плоскость, разбитая на квадратики, приходитъ въ совмѣщеніе сама съ собой всякій разъ, когда мы передвигаемъ ее въ направленіи стороны квадрата на разстояніе, равное сторонѣ квадрата. Элементъ плоскости скольженія состоитъ въ одновременномъ дѣйствіи поступательнаго движенія и отраженія и въ этомъ смыслѣ напоминаетъ ось сложной симметріи, при чемъ вращеніе замѣнено поступаніемъ на определенное разстояніе.

панія, присутствующій во всѣхъ случаяхъ, не изображенъ совсѣмъ¹. Буквы *M*, *R*, *T*, *H* означаютъ соответственно системы: моноклиническую, ромбическую, тетрагональную и гексагональную; цифры обозначаютъ номера класса системы симметріи.

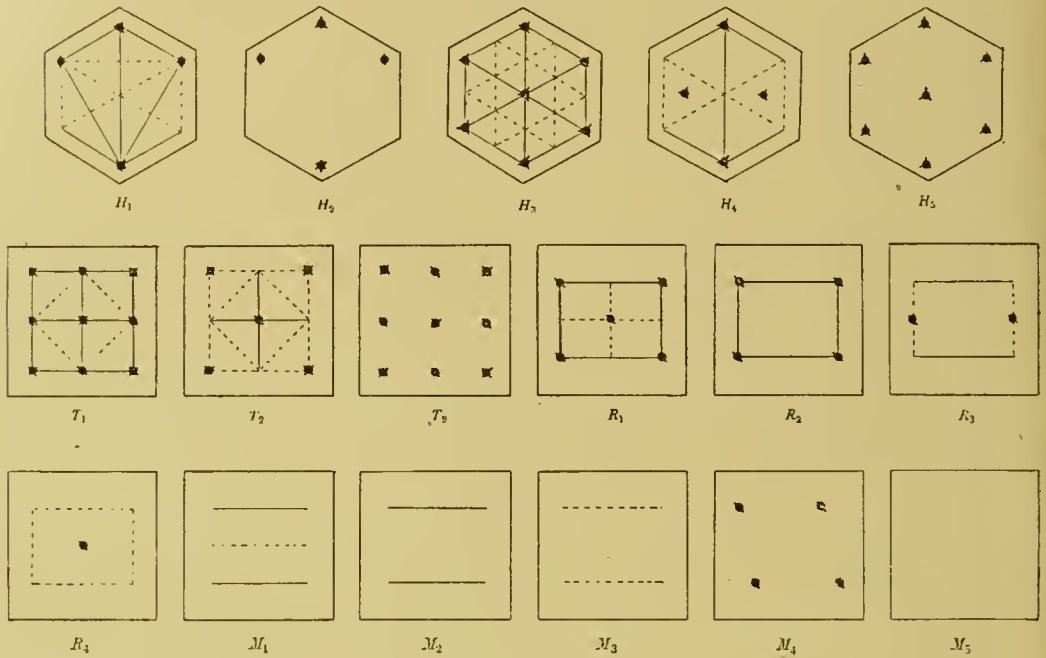


Рис. 2.

Для построения системы планатомовъ, получимъ сначала правильную систему точекъ². Для этого наносимъ на плоскости согласно одному изъ 17 случаевъ всѣ элементы симметріи. Беремъ затѣмъ точку въ произвольномъ положеніи и повторяемъ ее элементами симметріи. Для того, чтобы получить изъ данной системы точекъ систему планатомовъ, нужно во всѣхъ случаяхъ поступать такъ: 1) Соединить каждую точку съ ближайшей къ ней точкой отрѣзкомъ прямой линіи. 2) Продолжать этотъ процессъ пока можно, избѣгая пересѣченія линій въ какихъ-нибудь иныхъ точкахъ, кромѣ дан-

¹ E. v. Fedorow. Reguläre Plan- und Raumtheilung. München. 1900.

² Правильныя системы точекъ впервые выведены были Зонке (см. Sohncke. Die regelmässigen ebenen Punktsysteme von unbegrenzter Ausdehnung. Journal für die reine und angew. Mathematik. 1874). Имъ же начерчены были многія изъ приведенныхъ ниже фигуръ, которыми онъ пользовался только лишь какъ средствомъ изображать правильныя системы точекъ безъ какого-либо отношенія къ дѣленію плоскости на части. Центр тяжести лежитъ у него въ точкахъ, а не въ многоугольникахъ.

ныхъ. Если на лицо имѣется нѣсколько равныхъ кратчайшихъ разстояній, то проводимъ ихъ всѣ, если онѣ не пересѣкаются и — ни одного, если онѣ пересѣкаются.

Мы помѣстили исходную точку въ случайномъ положеніи по отношенію къ элементамъ симметріи и получили *главную* систему точекъ и планатомовъ; если же исходная точка будетъ лежать на какомъ-либо элементѣ симметріи, то мы получимъ *подчиненныя* системы точекъ и планатомовъ. Каждой главной системѣ можетъ быть подчинено нѣсколько системъ и наоборотъ, каждой подчиненной системѣ можетъ соответствовать нѣсколько главныхъ. Главныя системы, такимъ образомъ, совершенно такъ же относятся къ своимъ подчиненнымъ, какъ въ кристаллографіи общія простыя формы къ частнымъ. Замѣтимъ, что симметрія системы точекъ и планатомовъ можетъ оказаться выше, чѣмъ симметрія исходнаго класса; это мы можемъ непосредственно наблюдать на выведенныхъ ниже системахъ планатомовъ.

Приступимъ теперь къ построенію отдѣльныхъ случаевъ системъ планатомовъ, начавъ съ *гексагональной* симметріи.

Классъ H_1 . Помѣщая исходную точку внутри прямоугольника изъ плоскостей симметріи (рис. 2), получимъ систему планатомовъ, изображенную на рис. 3. Легко видѣть, что данная система планатомовъ соответствуетъ рѣшенію № 2 основнаго уравненія и является главной для разсматриваемаго класса. Помѣщая точку послѣдовательно на гипотенузѣ, большемъ и маломъ катетѣ того же треугольника, получимъ соответственно подчиненныя системы, изображенныя на рисункахъ 4, 5, 6 и удовлетворяющія рѣшеніямъ: № 7, № 4 и № 1. На рис. 5 мы имѣемъ систему шестиугольниковъ двухъ родовъ; легко, однако, видѣть, что въ частномъ случаѣ, когда исходная точка будетъ лежать отъ вершины прямого угла на разстояніи, равномъ $\frac{1}{2}$ большаго катета, мы получимъ систему, состоящую исключительно изъ правильныхъ шестиугольниковъ (рис. 8). Впрочемъ, этотъ случай будетъ нами выведенъ и иначе. Помѣстимъ теперь точку на осяхъ 2, 3 и 6 порядка, или, что все равно, въ вершинахъ угловъ въ 90° , 60° и 30° все того же треугольника плоскостей; мы получимъ фигуры, изображенныя на рис. 7, 8 и 9 и соответствующія № 5, № 4 и № 11 рѣшеній основнаго уравненія. Мы помѣщали исходную точку послѣдовательно на всѣхъ плоскостяхъ и осяхъ симметріи, но оставили безъ вниманія плоскости скользянія. Нетрудно видѣть, что, помѣщая исходную точку на плоскости симметріи, мы получаемъ вдвое меньше точекъ, чѣмъ въ главной системѣ; точно такъ же, если исходная точка лежитъ на оси, то общее число точекъ будетъ

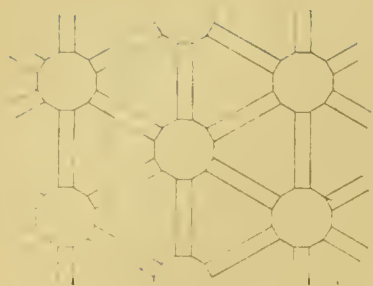


Рис. 3.

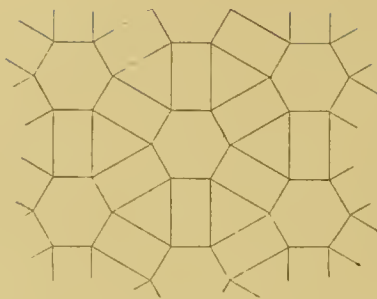


Рис. 4.

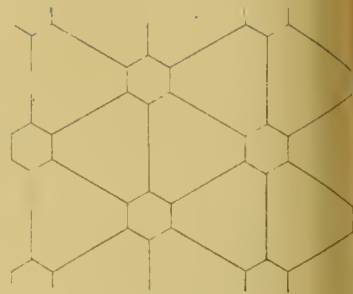


Рис. 5.

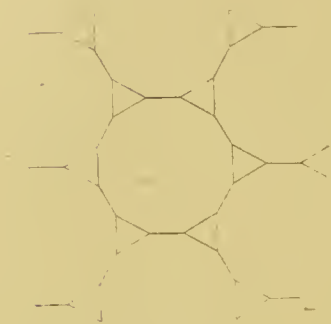


Рис. 6.



Рис. 7.

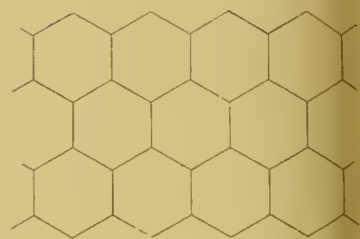


Рис. 8.

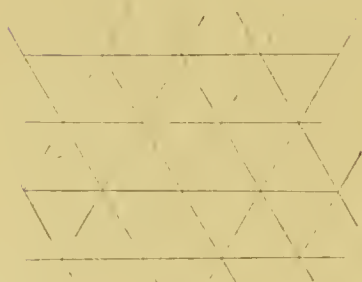


Рис. 9.

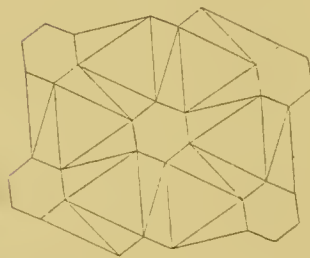


Рис. 10.

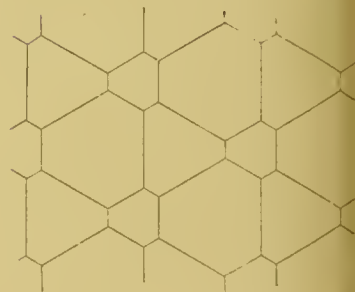


Рис. 11.



Рис. 12.

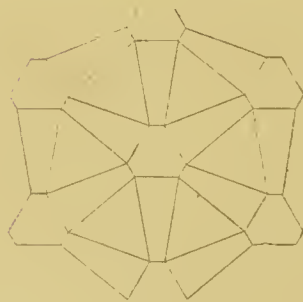


Рис. 13.

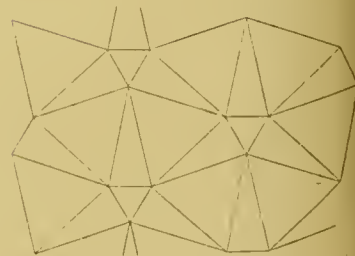


Рис. 14.

въ 2, 3, 4, 6 разъ меньше числа точекъ главной системы; если же исходная точка лежитъ на плоскости скользянiя, то не измѣняется ни общее число точекъ главной системы, ни наименованiе планатомовъ. Такимъ образомъ выводъ всѣхъ возможныхъ планатомовъ класса H_1 нужно считать оконченнымъ.

Классъ H_2 . Главная система планатомовъ этого класса изображена на рис. 10 и соответствуетъ рѣшенiю № 9 основного уравненiя. Интересно отмѣтить, что рассматриваемая фигура отличается отъ рис. 3 главнымъ образомъ тѣмъ, что здѣсь четырехъугольники раздѣлены диагоналями на пары треугольниковъ. Того же самаго мы не можемъ сдѣлать съ прямоугольниками рисунка 4 потому, что обѣ диагонали ихъ заявляютъ равныя права на свое существованiе и, будучи проведены, пересѣкаются въ точкѣ, которая не связана симметрией съ исходной. Рис. 4 является частнымъ случаемъ рис. 10 и не противорѣчитъ симметрiи рассматриваемаго класса. Зеркальное изображенiе рассмотрѣнной главной системы является тоже главной системой этого класса и относится къ первой системѣ какъ правая простая форма — къ лѣвой. Правыя и лѣвыя системы мы будемъ встрѣчать во всѣхъ классахъ, гдѣ кромѣ элемента поступанiя есть только оси симметрiи. Мы можемъ предвидѣть существованiе трехъ подчиненныхъ системъ планатомовъ сообразно съ тремя особыми положенiями исходной точки на осяхъ 6, 3, 2 порядка. Всѣ эти три случая уже были рассмотрѣны выше и изображены соответственно на рис. 9, 8 и 7. Изъ этого примѣра мы убѣждаемся, что, дѣйствительно, различнымъ классамъ симметрiи могутъ удовлетворять однѣ и тѣ же системы планатомовъ.

Классъ H_3 . Главная система планатомовъ этого класса симметрiи изображена на рис. 11 и соответствуетъ рѣшенiю № 4 основного уравненiя. Частными случаями рисунка 11 являются рис. 7 и 8. Подчиненныя системы получимъ, помѣщая исходную точку на плоскости симметрiи и на оси 3 порядка. Тотъ и другой случай мы имѣемъ на рис. 12 и 9. При этомъ рис. 12 соответствуетъ рѣшенiю № 5 основного уравненiя, а его частной формой является рис. 7.

Классъ H_4 . Главная система представлена на рис. 13 и соответствуетъ рѣшенiю № 7 основного уравненiя. Частнымъ случаемъ ея является рис. 4. Помѣщая исходную точку на плоскости симметрiи, на пересѣченiи ихъ и на оси 3 порядка, получимъ соответственно рис. 14, 8, 9; изъ нихъ рис. 14 удовлетворяетъ рѣшенiю № 11 основного уравненiя. Частнымъ случаемъ его является рис. 9.

Классъ H_5 . Главная система изображена на рис. 15 и удовлетворяетъ

рѣшенію № 11 основного уравненія. Существуютъ правая и лѣвая модификація этой системы. Частнымъ случаемъ ея является рис. 14 и 9. Единственно возможную подчиненную систему получимъ, если помѣстимъ исходную точку на оси 3 порядка. Эта послѣдняя система планатомовъ изображена на рис. 9. Перейдемъ теперь къ *тетрагональной симметріи*.

Классъ T_1 . Главная система изображена на рис. 16 и удовлетворяетъ рѣшенію № 3 основного уравненія. Частный случай ея изображенъ на рис. 18. Подчиненныя системы получимъ, если помѣстимъ исходную точку на гипотенузѣ или катетѣ треугольника изъ плоскостей симметріи, на оси 4-го или 2-го порядка. Первые два случая, удовлетворяющіе рѣшеніямъ № 8 и № 3 изображены на рис. 17 и 18. Оба другихъ случая приводятъ къ одной и той же фигурѣ (рис. 19), отвѣчающей рѣшенію № 8 основного уравненія.

Классъ T_2 . Главная система изображена на рис. 20. Она удовлетворяетъ рѣшенію № 8; ея частнымъ случаемъ является рис. 19. Подчиненныя системы получимъ, помѣщая исходную точку на плоскости симметріи и на осяхъ 4 и 2 порядка. Первая изображена на рис. 21 и соотвѣтствуетъ рѣшенію № 10 основного уравненія; двѣ другія нами уже рассмотрѣны на рис. 19.

Классъ T_3 . Главная система изображена на рис. 22 и удовлетворяетъ рѣшенію № 10 основного уравненія. Ея частный случай изображенъ на рис. 17. Эта система такъ же, какъ изображенныя на рис. 10 и 15, можетъ быть правой и лѣвой. Подчиненныя системы, получающіяся на осяхъ 4 и 2 порядка совпадаютъ обѣ съ системой, изображенной на рис. 19. Какъ въ кристаллографіи мы различаемъ геометрически совершенно тождественныя призмы или пирамиды по родамъ въ зависимости отъ того, какое положеніе занимаютъ онѣ по отношенію къ элементамъ симметріи, такъ точно одну и ту же систему, напр., изображенную на рис. 19, мы можемъ разбить на нѣсколько и назвать одну изъ нихъ системой перваго, другую — системой второго рода и т. д. въ зависимости отъ положенія исходной точки по отношенію къ элементамъ симметріи. Перейдемъ къ *ромбической симметріи*.

Классъ R_1 . Главная система изображена на рис. 23 и соотвѣтствуетъ рѣшенію № 4 основного уравненія. Помѣщая исходную точку на малой сторонѣ четырехугольника изъ плоскостей, получимъ систему, изображенную на рис. 24 и удовлетворяющую рѣшенію № 8 основного уравненія. Помѣщая точку на большей сторонѣ четырехугольника, мы получимъ въ зависимости отъ разстоянія ея отъ точки пересѣченія плоскостей и отношенія сторонъ четырехугольника или предыдущую систему, или систему, изображенную



Рис. 15.

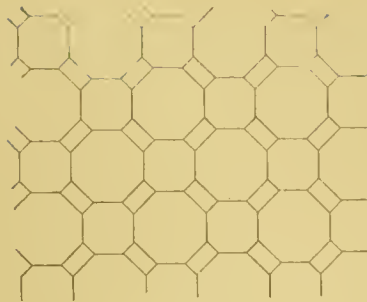


Рис. 16.

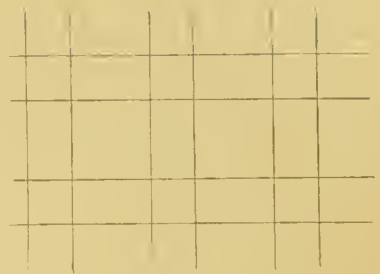


Рис. 17.

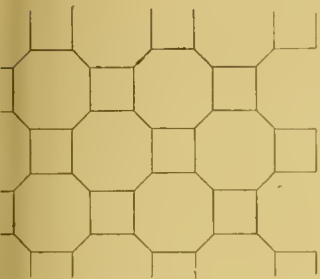


Рис. 18.

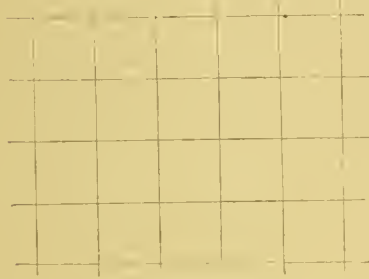


Рис. 19.



Рис. 20.

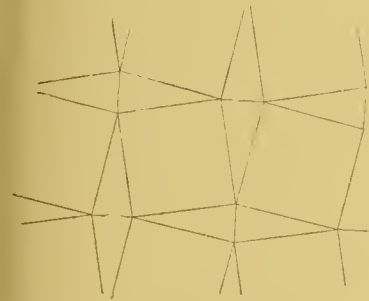


Рис. 21.



Рис. 22.



Рис. 23.



Рис. 24.



Рис. 25.

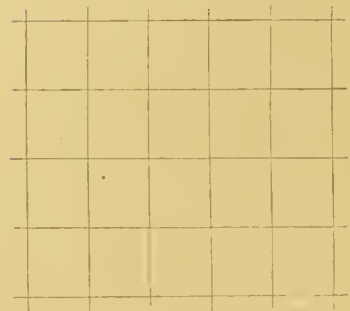


Рис. 26.

на рис. 25 и соответствующую рѣшенію № 10 основного уравненія. Вглядываясь въ оба послѣднихъ чертежа, мы замѣчаемъ, что каждый изъ нихъ состоитъ изъ шестигульниковъ, но на рис. 24 эти шестигульники раздѣлены одной діагональю пополамъ, на рисунокѣ же 25 шестигульники раздѣлены на три части двумя параллельными линіями. Мы можемъ себѣ представить такой случай, когда діагональ будетъ равна каждой изъ двухъ параллельныхъ линій. Въ этомъ случаѣ, согласно нашему способу построенія системъ планатомовъ, діагональ и параллельныя линіи заявляютъ равныя права на существованіе. Такимъ образомъ, изъ одной и той же системы точекъ мы можемъ иногда получить двѣ различныя системы планатомовъ. Этому явленію нѣтъ аналогіи въ кристаллографическихъ простыхъ формахъ. Помѣщая исходную точку на оси второго порядка, находящейся въ центрѣ прямоугольника изъ плоскостей симметріи, получимъ систему, изображенную на рис. 26 и соответствующую рѣшенію № 8 основного уравненія. Если же исходная точка будетъ находиться на оси 2 порядка, лежащей въ одной изъ вершинъ прямоугольника плоскостей, то получится фигура, изображенная на рис. 27, соответствующая рѣшенію № 11 основного уравненія. Въ частныхъ случаяхъ рис. 23 и 24 могутъ переходить соответственно въ рис. 28 и 26. Первая изъ нихъ соответствуетъ рѣшенію № 8 основного уравненія.

Классъ R_2 . Главная система изображена на рис. 29 и соответствуетъ рѣшенію № 8 основного уравненія. Частными случаями ея являются системы, изображенные на рис. 28 и 26. Помѣщая исходную точку на одной и другой сторонѣ четырехугольника изъ плоскостей получимъ въ обоихъ случаяхъ рис. 28. Если исходная точка будетъ лежать на оси 2 порядка, то мы придемъ къ рис. 26. Итакъ въ этомъ классѣ мы имѣемъ три системы разнаго рода, отвѣчающія рис. 28 и двѣ системы, отвѣчающія рис. 26.

Классъ R_3 . Въ этомъ классѣ одной и той же системѣ точекъ соответствуютъ двѣ главныя системы планатомовъ (рис. 30 и 31), соответствующіи рѣшеніямъ № 10 и № 8 основного уравненія. Частный случай рисунка 30 мы встрѣчали на рис. 25, а частными случаями рисунка 31 являются рис. 24, 26, 28. Помѣщая исходную точку на плоскости симметріи, получимъ рис. 32 или 33, соответствующіе рѣшенію № 11 основного уравненія. Частнымъ случаемъ этихъ двухъ системъ является система, изображенная на рис. 27. Помѣщая исходную точку на пересѣченіи плоскостей симметріи и скользя ея придемъ къ рис. 26. Къ той же фигурѣ придемъ, помѣщая исходную точку на оси второго порядка.

Классъ R_4 . Здѣсь одной и той же системѣ точекъ соответствуютъ двѣ главныя системы планатомовъ (рис. 34 и 35), соответствующія рѣшенію

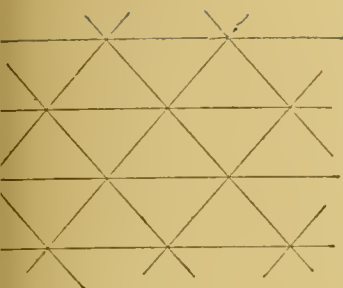


Рис. 27.



Рис. 28.

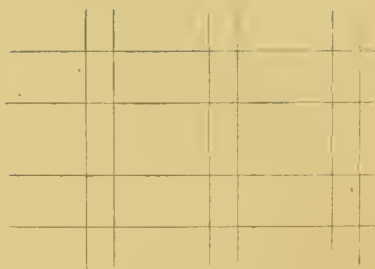


Рис. 29.

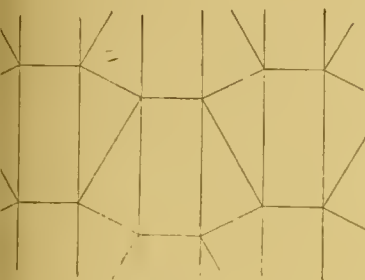


Рис. 30.

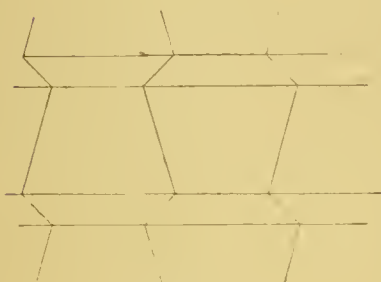


Рис. 31.

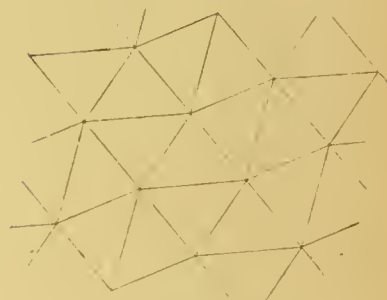


Рис. 32.

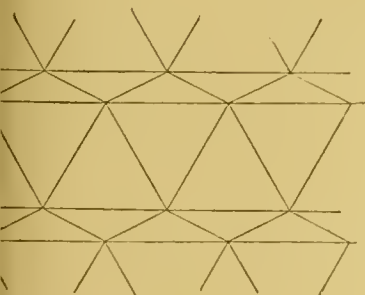


Рис. 33.



Рис. 34.

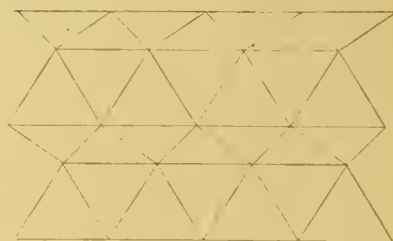


Рис. 35.

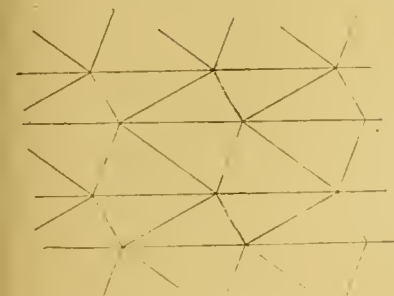


Рис. 36.

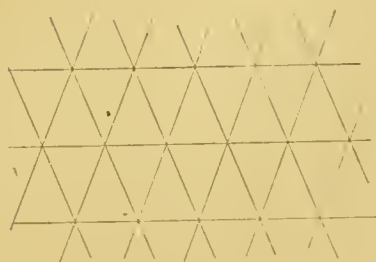


Рис. 37.

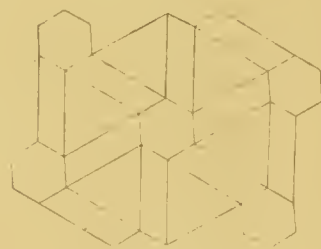


Рис. 38.

№ 11 основного уравненія. Отличіе ихъ другъ отъ друга состоитъ въ томъ, что на рис. 34 два разныхъ треугольника группируются вокругъ каждой точки въ порядкѣ a, a, b, b, a, b , если одинъ треугольникъ обозначимъ буквой a , а другой — буквой b ; на рисункѣ же 35 порядокъ чередованія иной: a, a, a, b, b, b . Въ частномъ случаѣ рис. 34 принимаетъ видъ рисунка 24 и, именно, тогда, когда исходная точка лежитъ на линіи, соединяющей середины противоположныхъ сторонъ четырехугольника изъ плоскостей скольженія. Рис. 35 въ частномъ случаѣ принимаетъ видъ рис. 33. Помѣщая точку на оси второго порядка, приходимъ къ рис. 27. Если же исходная точка лежитъ на пересѣченіи плоскостей скольженія, то получается рис. 26.

Классъ M_1 . Главная система изображена на рис. 24 и 25. Помѣщая исходную точку на плоскости симметріи, получимъ рис. 27; если же помѣстимъ ее на плоскости скольженія, то получимъ рис. 26.

Классъ M_2 . Главной системой служитъ рис. 28; подчиненной — рис. 26.

Классъ M_3 . Главная система изображена на рис. 36 и соответствуетъ рѣшенію № 11 основного уравненія; подчиненная — на рис. 37 соответствуетъ тому же номеру рѣшенія основного уравненія.

Классъ M_4 . Въ этомъ классѣ тѣ же системы планатомовъ, что и въ предыдущемъ.

Классъ M_5 . Единственной системой является система, изображенная на рис. 37.

Обозначеніе системъ планатомовъ формулами. Для изогоновъ мы уже доказали, что число граней даннаго наименованія пропорціонально числу ихъ при каждой вершинѣ и обратно пропорціонально ихъ наименованію. Докажемъ то же для системъ планатомовъ. Пусть въ каждой точкѣ системы планатомовъ сходятся: n_3 треугольниковъ, n_4 четырехугольниковъ и т. д. Возьмемъ очень большую часть плоскости и подсчитаемъ, сколько въ ней имѣется многоугольниковъ наименованія p . Если при каждой точкѣ мы имѣемъ n_p многоугольниковъ, то при E точкахъ данной части плоскости мы встрѣтимъ $\frac{E \cdot n_p}{p}$ многоугольниковъ. Произведеніе $E \cdot n_p$ нужно дѣлить на p потому, что каждый многоугольникъ при такомъ подсчетѣ повторится p разъ. Если намъ нужно узнать не абсолютныя числа многоугольниковъ, зависящія отъ переменнаго числа E , а отношенія ихъ при безгранично увеличивающемся числѣ E , то мы приходимъ къ равенству

$$\frac{n_3}{3} \cdot E : \frac{n_4}{4} \cdot E : \dots = \frac{n_3}{3} : \frac{n_4}{4} : \dots \dots \dots 18),$$

т. е. числа многоугольниковъ относятся другъ къ другу какъ дроби, числителями которыхъ являются числа многоугольниковъ даннаго наименованія при каждой точкѣ системы планатомовъ, знаменателемъ же — наименованія многоугольниковъ. Такъ какъ въ члены дробей входятъ только цѣлыя числа, то и отношенія дробей могутъ быть приведены къ отношеніямъ цѣлыхъ чиселъ. Каждую систему планатомовъ мы можемъ теперь характеризовать определенной формулой, подобной химической формулѣ. Римскими цифрами будемъ обозначать наименованія входящихъ въ систему многоугольниковъ, а арабскими — цѣлыя числа отношенія 18.

Такъ, напримѣръ, формула $VI_1 IV_3 III_2$ (см. рис. 4) означаетъ, что въ данной системѣ на одинъ шестиугольникъ приходится три четырехугольника и два треугольника. Формула эта получилась такъ. Мы видимъ, что въ каждой вершинѣ сходятся: одинъ шестиугольникъ, два четырехугольника и одинъ треугольникъ. Слѣдовательно $n_6 = 1$, $n_4 = 2$ и $n_3 = 1$, откуда

$$\frac{n_6}{6} : \frac{n_4}{4} : \frac{n_3}{3} = \frac{1}{6} : \frac{2}{4} : \frac{1}{3} = 1 : 3 : 2.$$

Въ нижеприведенной таблицѣ VIII мы даемъ списокъ всѣхъ системъ планатомовъ каждаго класса симметріи съ обозначеніемъ формулъ и номера рѣшеній основного уравненія, соответствующаго данной системѣ.

Таблица VIII.

Классъ.	№ рѣшеній.	Формула.	Рисунокъ.	Классъ.	№ рѣшеній.	Формула.	Рисунокъ.
II_1	2	$XII_1 VI_2 IV_3$	3	H_4	7	$VI_1 IV_3 III_2$	13
»	7	$VI_1 IV_3 III_2$	4	»	7	$VI_1 IV_3 III_2$	4
»	4	$VI_2 VI_1$	5	»	11	$III_1 III_2 III_3$	14
»	1	$XII_1 III_2$	6	»	4	VI_1	8
»	4	VI_1	8	»	11	III_1	9
»	5	$VI_1 III_2$	7	H_5	11	$III_1 III_1 III_1 III_3$	15
»	11	III_1	9	»	11	$III_1 III_2 III_3$	14
H_2	9	$VI_1 III_2 III_6$	10	»	11	III_1	9
»	5	$VI_1 III_2$	7	T_1	3	$VIII_1 VII_1 IV_2$	16
»	4	VI_1	8	»	8	$IV_2 IV_1 IV_1$	17
»	11	III_1	9	»	3	$VIII_1 IV_1$	18
»	7	$VI_1 IV_3 III_2$	4	»	8	IV_1	19
III_3	4	$VI_1 VI_1 VI_1$	11	T_2	8	$IV_2 IV_1 IV_1$	20
»	5	$VI_1 III_2$	7	»	8	IV_1	19
»	4	VI_1	8	»	10	$IV_1 III_2$	21
»	11	III_1	9	T_3	10	$IV_1 IV_1 IV_4$	22
»	5	$VI_1 III_2$	7	»	8	$IV_2 IV_1 IV_1$	17
»	5	$VI_1 III_1 III_1$	12	T_3	8	IV_1	19

Классъ.	№ рѣшеній.	Формула.	Рисунокъ.	Классъ.	№ рѣшеній.	Формула.	Рисунокъ.
R_1	4	IV_1, IV_1, IV_2	23	R_3	11	III_1	27
»	8	IV_1	26	R_4	11	III_1, III_1	34
»	8	IV_1, IV_1	28	»	11	III_1, III_1	35
»	8	IV_1	24	»	8	IV_1	24
»	10	IV_1, III_2	25	»	11	III_1, III_1	33
»	11	III_1	27	»	11	III_1	27
R_2	8	IV_1, IV_1, IV_1, IV_1	29	M_1	8	IV_1	24
»	8	IV_1, IV_1	28	»	10	IV_1, III_2	25
»	8	IV_1	26	»	11	III_1	27
R_3	10	IV_1, III_2	30	»	8	IV_1	26
»	8	IV_1, IV_1	31	M_2	8	IV_1, IV_1	28
»	10	IV_1, III_2	25	»	8	IV_1	26
»	8	IV_1	24	M_3	11	III_1, III_1	36
»	8	IV_1	26	»	11	III_1	37
»	8	IV_1, IV_1	28	M_4	11	III_1, III_1	36
»	11	III_1	32	»	11	III_1	37
»	11	III_1, III_1	33	M_5	11	III_1	37

Мы уже видѣли сколь велика аналогія между изогонами и системами планатомовъ. Эту аналогію можно продолжить. Такъ, разсматривая каждый случай отдѣльно, мы наблюдаемъ, что около каждого планатома можно описать окружность. Интересно отмѣтить, что среди планатомовъ нѣтъ пятиугольниковъ. Подобно тому, какъ отъ изогоновъ можно придти къ изоэдрамъ, такъ точно и отъ системы планатомовъ легко перейти къ системѣ планигоновъ Федорова. Для этого дѣлили стороны планатомовъ пополамъ и изъ середины проводимъ перпендикуляры. Точки пересѣченія перпендикуляровъ (центры описанныхъ круговъ) будутъ вершинами планатомовъ.

Выводъ неполныхъ системъ планатомовъ.

При построеніи системъ планатомовъ мы соединяли ближайшія точки до тѣхъ поръ, пока можно, и тогда плоскость оказывалась раздѣленной на выпуклые многоугольники — планатомы. Бываютъ, однако, случаи, что, не доведя этотъ процессъ до конца, мы уже получаемъ плоскость раздѣленную на выпуклые многоугольники. Такую систему выпуклыхъ многоугольниковъ мы будемъ называть неполной системой планатомовъ. Неполныя системы легко получить изъ полныхъ, если выкинуть у нихъ по одной или нѣсколько линий изъ cadaго пучка. Неполныя системы отличаются отъ полныхъ только тѣмъ, что для нихъ необязательно, чтобы около cadaго многоугольника можно было описать окружность. Каждая неполная система удо-

влетворяетъ одному изъ рѣшеній основного уравненія и характеризуется формулой.

Классъ H_1 . Въ этомъ классѣ нѣтъ системъ, которыя мы могли бы превратить въ неполныя. Вообще, чѣмъ выше симметрия, тѣмъ меньше мы найдемъ неполныхъ системъ.

Классъ H_2 . Изъ рис. 10 получаемъ двѣ неполныхъ системы планатомовъ, изображенныя на рис. 38 и 39 и удовлетворяющія соответственно № 7 и № 4 основного уравненія.

Классъ H_3 . Въ этомъ классѣ нѣтъ неполныхъ системъ.

Классъ H_4 . Въ этомъ классѣ нѣтъ неполныхъ системъ.

Классъ H_5 . Изъ рис. 15 получаемъ рис. 40, удовлетворяющій рѣшенію № 5 основного уравненія.

Классъ T_1 . Въ этомъ классѣ нѣтъ неполныхъ системъ.

Классъ T_2 . Рисунокъ 20 и 21 даютъ соответственно рисунки 41 и 42 удовлетворяющіе рѣшеніямъ № 3 и № 8 основного уравненія.

Классъ T_3 . Изъ рис. 22 получаемъ рис. 43 и 44, удовлетворяющіе рѣшеніямъ № 3 и № 8 основного уравненія.

Классъ R_1 . Рис. 23 и 24 даютъ соответственно рис. 45 и 46, удовлетворяющіе рѣшеніямъ № 3 и № 4 основного уравненія. Рисунки 25 и 27 оба даютъ одну и ту же неполную систему, изображенную на рис. 47 и удовлетворяющую рѣшенію № 8 основного уравненія.

Классъ R_2 . Въ этомъ классѣ нѣтъ неполныхъ системъ.

Классъ R_3 . Рис. 30 даетъ рис. 48 и 49, удовлетворяющіе рѣшеніямъ № 4 и № 8 основного уравненія. Изъ рис. 31 получаемъ тоже рис. 48. Рис. 32 переходитъ или въ рис. 50 или въ рис. 51 удовлетворяющіе № 8 основного уравненія. Рис. 33 переходитъ тоже въ рис. 51. Къ этому же классу принадлежатъ выведенные выше рис. 46 и 47.

Классъ R_4 . Изъ рисунка 34 получаемъ рисунки 52, 53, 54, 55, удовлетворяющіе соответственно рѣшеніямъ № 10, № 8, № 4, № 8 основного уравненія. Изъ рис. 35 получаемъ рисунки 56 и 57, удовлетворяющіе № 10 и № 8 основного уравненія. Кромѣ того къ этому же классу принадлежатъ выведенные выше рис. 51, 46, 47.

Классъ M_1 . Къ этому классу принадлежатъ рис. 46 и 47.

Классъ M_2 . Въ этомъ классѣ нѣтъ неполныхъ системъ.

Классъ M_3 . Изъ рис. 36 получаемъ четыре неполныхъ системы, изображенныя на рисункахъ 58, 59, 60 и 61 и удовлетворяющіе послѣдовательно рѣшеніямъ № 10, № 8, № 4 и № 8. Изъ рис. 37 получаемъ рис. 62, удовлетворяющій рѣшенію № 8 основного уравненія.

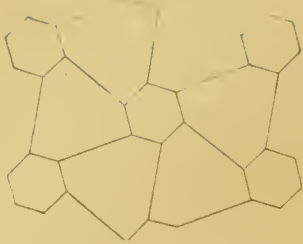


Рис. 39.

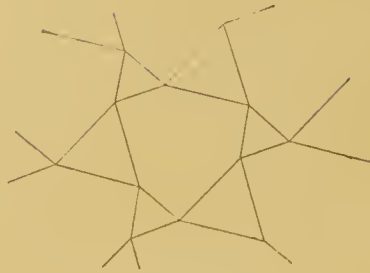


Рис. 40.



Рис. 41.



Рис. 42.

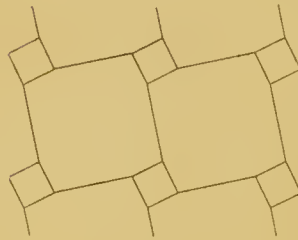


Рис. 43.

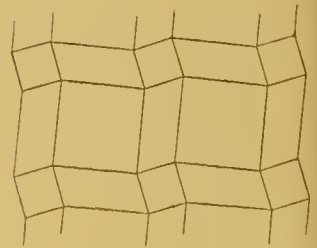


Рис. 44.

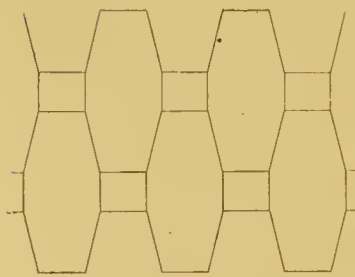


Рис. 45.

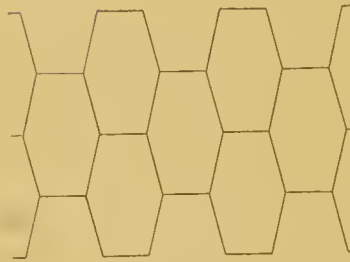


Рис. 46.

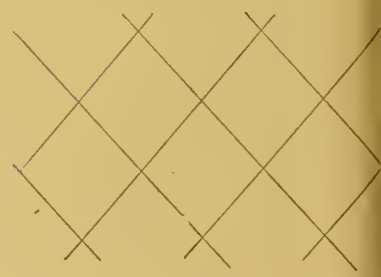


Рис. 47.

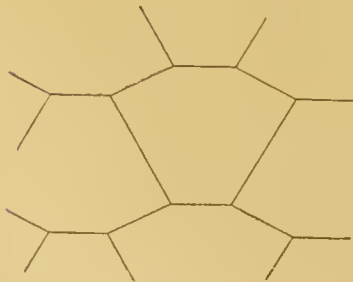


Рис. 48.

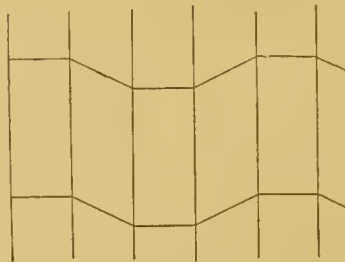


Рис. 49.

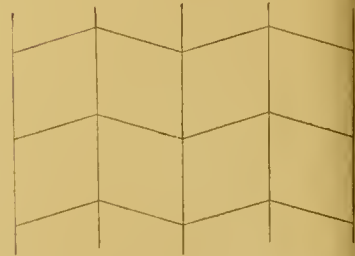


Рис. 50.

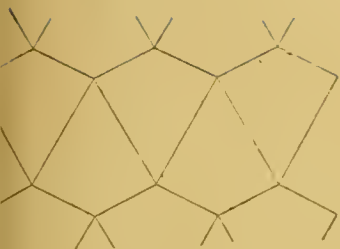


Рис. 51.

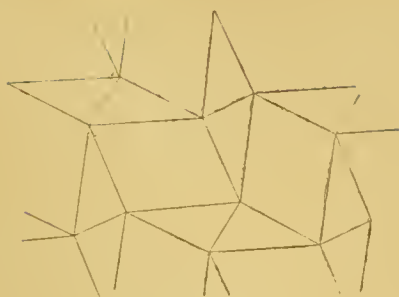


Рис. 52.



Рис. 53.

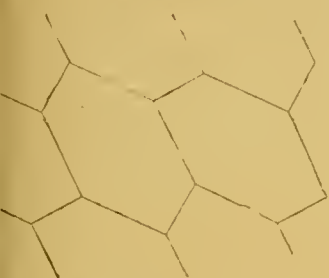


Рис. 54.

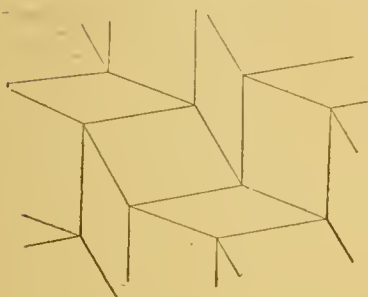


Рис. 55.

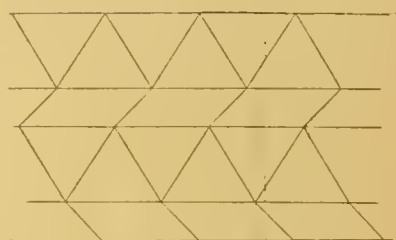


Рис. 56.



Рис. 57.

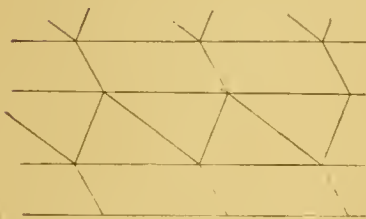


Рис. 58.

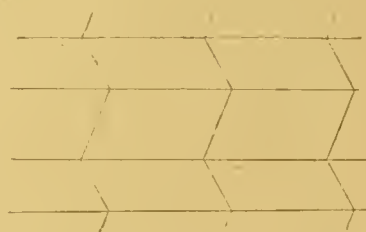


Рис. 59.

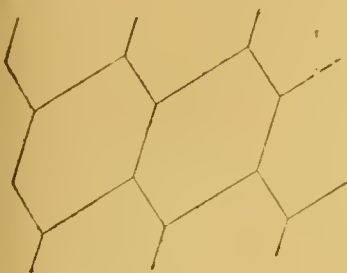


Рис. 60.

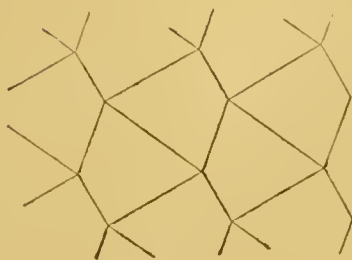


Рис. 61.

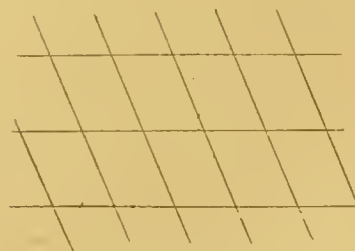


Рис. 62.

Классъ M_4 . Не отличается отъ R_7 .

Классъ M_5 . Изъ неполныхъ системъ этому классу удовлетворить только рис. 62.

* Всѣ неполныя системы сведены въ таблицѣ IX.

Таблица IX.

Классъ.	№ рѣшеній.	Формула.	Рисунокъ.	Классъ.	№ рѣшеній.	Формула.	Рисунокъ.
H_1	—	—	—	R_4	8	IV_1	53
H_2	7	$VI_1 IV_3 III_2$	38	»	4	VI_1	54
»	4	$VI_1 VI_2$	39	»	8	$IV_1 IV_1$	55
H_3	—	—	—	»	10	$IV_1 III_2$	56
H_4	—	—	—	»	8	IV_1	57
H_5	5	$VI_1 III_2 III_2$	40	»	8	IV_1	51
T_1	—	—	—	»	4	VI_1	46
T_2	3	$VIII_1 IV_1$	41	»	8	IV_1	47
»	8	$IV_1 IV_1$	42	M_1	4	VI_1	46
T_3	3	$VIII_1 IV_1$	43	»	8	IV_1	47
»	8	$IV_1 IV_1 IV_2$	44	M_2	—	—	—
R_1	3	$VIII_1 IV_1$	45	M_3	10	$IV_1 III_2$	58
»	4	VI_1	46	»	8	$IV_1 IV_1$	59
»	8	IV_1	47	»	4	VI_1	60
R_2	—	—	—	»	8	IV_1	61
R_3	4	VI_1	48	»	8	IV_1	62
»	8	$IV_1 IV_1$	49	M_4	10	$IV_1 III_2$	58
»	8	IV_1	50	»	8	$IV_1 IV_1$	59
»	8	IV_1	51	»	4	VI_1	60
»	4	VI_1	46	»	8	IV_1	61
»	8	IV_1	47	»	8	IV_1	62
R_4	10	$IV_1 III_2$	52	M_5	8	IV_1	62

Заключеніе. До самаго послѣдняго времени на кристаллы смотрѣли, какъ на совокупность правильно расположенныхъ молекулъ. Въ связи съ такимъ представленіемъ стали изучать правильныя системы точекъ. Если мы припишемъ каждой молекулѣ (точкѣ правильной системы) опредѣленную сферу дѣйствія, то придемъ къ задачѣ о дѣленіи пространства или плоскости на равныя части — стереоздры или планигоны. Въ настоящее время подъ вліяніемъ работъ о прохожденіи рентгеновскихъ лучей черезъ кристаллы такой взглядъ на кристаллы подвергается сомнѣнію. Согласно этимъ работамъ на кристаллы смотреть, какъ на совокупность атомовъ не соединенныхъ въ молекулы. Если мы припишемъ теперь различнаго рода атомамъ (или ихъ группамъ) различныя сферы вліянія, то придемъ къ той задачѣ, которая нами поставлена въ введеніи. Рѣшеніе этой задачи для плоскости

составляло главный предмет этой статьи. Ту же задачу для пространства я думаю решить послѣ. Если на кристаллы можно смотрѣть какъ на системы стереоатомовъ, то грани ихъ можно разсматривать какъ системы планатомовъ полныя или неполныя. Послѣднее утвержденеіе ждетъ, конечно, своего экспериментальнаго подтвержденія.

Работа сдѣлана въ кристаллографической лабораторіи университета Шанявскаго въ Москвѣ.

5 октября 1915 г.
Любимовскій постъ.

НОВЫЯ ИЗДАНІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

(Выпущены въ свѣтъ 1—15 мая 1916 года).

42) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серіал. (Bulletin. VI Série). 1916. № 8, 1 мая. Стр. 555—672. 1916. Іех. 8°. — 1616 экз.

43) Ежегодникъ Зоологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ. (Annuaire du Musée Zoologique de l'Académie Impériale des Sciences de Petrograd). 1915. Томъ XX, № 4. Съ 1 таблицей, 2 картами и 100 рис. въ текстѣ (XII + I + 457 — 640 + I + LIX — CXXX + II стр. + обложка къ XX тому). 1916. 8°. — 665 экз.

44) Фауна Россіи и сопредѣльныхъ странъ, преимущественно по коллекціямъ Зоологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ. Подъ редакціею Директора Музея Акад. Н. В. Насонова. Пресмыкающіяся (*Reptilia*). Томъ II. А. М. Никольскій. Ophidia. Съ 8 таблицами и 64 рисунками въ текстѣ (II + III + 350 стр.). 1916. 8°. — 900 экз.

Цѣна 1 руб. 50 коп.; 1 rbl. 50 cop.

45) Наставленія для собиранія зоологическихъ коллекцій, издаваемыя Зоологическимъ Музеемъ Императорской Академіи Наукъ. I. Инструкція для собиранія млекопитающихъ. Составили старшій зоологъ А. А. Бялыницкій-Бируля и старшій препараторъ С. К. Приходко. Третье изданіе (II + 30 + II стр.). 1916. 8°. — 315 экз.

Въ продажу не поступаетъ.

46) Отчеты о дѣятельности Комиссіи по изученію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи состоящей при Императорской Академіи Наукъ. 1916. № 3 (I + 39 — 62 стр.). 1916. Іех. 8°. — 515 экз.

Въ продажу не поступаетъ.

47) Списокъ личнаго состава Императорской Академіи Наукъ и подвѣдомственныхъ ей учреждений на 1916 г. Исправленъ по 1-е марта 1916 г. (I + 80 стр.). 1916. б. 8°. — 300 + 50 вел. экз. Въ продажу не поступаетъ.

48) Христіанскій Востокъ. Годъ 4-й. 1915. Серія, посвященная изученію христіанской культуры народовъ Азіи и Африки. Томъ IV, выпускъ III (стр. 229 — 319 + титулъ, оглавленіе и сокращенія къ IV тому + табл. XI — XXIV). 1916. б. 8°. — 516 экз.

Цѣна 1 руб. 35 коп.; 1 rbl. 35 cop.

49) Сборникъ Отдѣленія Русскаго языка и словесности Императорской Академіи Наукъ. Томъ XCIV, № 4 и послѣдній. Матеріалы для этнографіи Херсонской губерніи. Собралъ И. В. Бессараба (VI + 568 стр. + титулъ и оглавленіе къ XCIV тому). 1916. 8°. — 665 экз.

Цѣна 4 руб.; 4 rbl.

Оглавление. — Sommaire.

Статьи:	СТР.	Mémoires:	PAG.
В. В. Заленский. Развитие дыхательной полости у <i>Salpa fusiformis</i>	673	*V. Zалenskiĭ. Sur le développement de la cavité respiratoire de <i>Salpa fusiformis</i>	673
А. Карпинский. О новомъ видѣ <i>Helicoprion</i> (<i>Helicoprion Clerci</i> , n. sp.). (Предварительное сообщеніе)	701	*А. Karpinskiĭ. Sur une nouvelle espèce d' <i>Helicoprion</i> (<i>Helicoprion Clerci</i> , n. sp.). (Communication préliminaire).	701
А. Марноаѣ. О коэффициентѣ дисперсін.	709	*А. Markov. Sur le coefficient de la dispersion.	709
*В. А. Стенлоаѣ. О разложеніи произвольныхъ функций въ ряды по полномамъ Чебышева-Лагерра.	719	W. A. Stekloff (V. Steklov). Sur le développement des fonctions arbitraires en séries de polynomes de Tchébychef-Laguerre.	719
*Ө. Банаховичъ. О рѣшеніи уравненія Гаусса въ опредѣленіи планетной орбиты	739	Th. Banachiewicz. Sur la résolution de l'équation de Gauss dans la détermination d'une orbite planétaire.	739
*О. Банлундъ. О періодѣ Чандлера въ намѣненіи широты. II.	751	O. Backlund. On Chandler's Period in the latitude variation. II.	751
А. Шубниковъ. Къ вопросу о строеніи кристалловъ. I.	755	*А. Šubnikov. Sur la structure des cristaux. I.	755
Новыя изданія	780	*Publications nouvelles.	780

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.
Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

NOV 29 1922

1916.

4505

№ 10.

ИЗВѢСТІЯ

ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

VI СЕРІЯ.

1 ІЮНЯ.

BULLETIN

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES.

VI SÉRIE.

1 JUIN.

ПЕТРОГРАДЪ. — PETROGRAD.

ПРАВИЛА

для изданія „Извѣстій Императорской Академіи Наукъ“.

§ 1.

„Извѣстія Императорской Академіи Наукъ“ (VI série) — „Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences“ (VI Série) — выходятъ два раза въ мѣсяцъ, 1-го и 15-го числа, съ 15-го января по 15-ое июня и съ 15-го сентября по 15-ое декабря, объемомъ приблизительно не свыше 80-ти листовъ въ годъ, въ принятыхъ Конференціею форматѣ, въ количествѣ 1600 экземпляровъ, подъ редакціей Непремѣннаго Секретаря Академіи.

§ 2.

Въ „Извѣстіяхъ“ помѣщаются: 1) извлеченія изъ протоколовъ засѣданій; 2) краткія, а также и предварительныя сообщенія о научныхъ трудахъ какъ членовъ Академіи, такъ и постороннихъ ученыхъ, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи; 3) статьи, доложенныя въ засѣданіяхъ Академіи.

§ 3.

Сообщенія не могутъ занимать болѣе четырехъ страницъ, статьи — не болѣе тридцати двухъ страницъ.

§ 4.

Сообщенія передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданій, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми необходимыми указаніями для набора; сообщенія на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, сообщенія на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Отвѣтственность за корректуру падаетъ на академика, представившаго сообщеніе; онъ получаетъ двѣ корректуры: одну въ гранкахъ и одну сверстанную; каждая корректура должна быть возвращена въ указанный трехдневный срокъ, въ „Извѣстіяхъ“ помѣщается только заглавіе сообщенія, а печатаніе его отлагается до слѣдующаго нумера „Извѣстій“.

Статьи передаются Непремѣнному Секретарю въ день засѣданія, когда онѣ были доложены, окончательно приготовленныя къ печати, со всѣми нужными указаніями для набора; статьи на Русскомъ языкѣ — съ переводомъ заглавія на французскій языкъ, статьи на иностранныхъ языкахъ — съ переводомъ заглавія на Русскій языкъ. Кор-

ректура статей, притомъ только первая, посылается авторамъ въ Петрограда лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда она, по условіямъ почты, можетъ быть возвращена Непремѣнному Секретарю въ недѣльный срокъ; во всѣхъ другихъ случаяхъ чтеніе корректуръ принимается на себя академикъ, представившій статью. Въ Петроградѣ срокъ возвращенія первой корректуры, въ гранкахъ, — семь дней, второй корректуры, сверстанной, — три дня. Въ виду возможности значительнаго накопленія матеріала, статьи появляются, въ порядкѣ поступленія, въ соответствующихъ нумерахъ „Извѣстій“. При печатаніи сообщеній и статей помѣщается указаніе на засѣданіе, въ которомъ онѣ были доложены.

§ 5.

Рисунки и таблицы, могущія, по мнѣнію редактора, задерживать выпускъ „Извѣстій“, не помѣщаются.

§ 6.

Авторамъ статей и сообщеній выдается по пятидесяти оттисковъ, но безъ отдѣльной пагинаціи. Авторамъ предоставляется за свой счетъ заказывать оттиски сверхъ положенныхъ пятидесяти, при чемъ о заготовкѣ лишнихъ оттисковъ должно быть сообщено при передачѣ рукописи. Членамъ Академіи, если они объ этомъ заявятъ при передачѣ рукописи, выдается сто отдѣльныхъ оттисковъ ихъ сообщеній и статей.

§ 7.

„Извѣстія“ разсылаются по почтѣ въ день выхода.

§ 8.

„Извѣстія“ разсылаются бесплатно дѣйствительнымъ членамъ Академіи, почетнымъ членамъ, членамъ-корреспондентамъ и учрежденіямъ и лицамъ по особому списку, утвержденному и дополняемому Общимъ Собраніемъ Академіи.

§ 9.

На „Извѣстія“ принимается подписка въ Книжномъ Складѣ Академіи Наукъ и у комиссіонеровъ Академіи; цѣна за годъ (2 тома — 18 №№) безъ пересылки 10 рублей; за пересылку, сверхъ того, — 2 рубля.

ИЗВЛЕЧЕНІЯ ИЗЪ ПРОТОКОЛОВЪ ЗАСѢДАНІЙ АКАДЕМІИ.

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ.

IV засѣданіе, 2 апрѣля 1916 года.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что 23 марта въ 2 ч. 10 мин. дня скончался въ Петроградѣ на 65 году отъ рожденія ординарный академикъ Максимъ Максимовичъ Ковалевскій.

Доложены телеграммы, полученныя Академіею по поводу кончины академика М. М. Ковалевскаго:

1) «Глубоко скорблю по дорогомъ Максимъ Максимовичъ.

Профессоръ Лининченко».

2) «Общество распространенія образованія среди горцевъ Терекской области глубоко сожалеетъ о смерти выдающагося ученаго и гражданина М. М. Ковалевскаго.

Предѣдатель генералъ Кусовъ».

Память покойнаго почтена вѣтаніемъ. Некрологъ покойнаго будетъ составленъ академикомъ П. Г. Виноградовымъ и прочитанъ въ одномъ изъ слѣдующихъ засѣданій Общаго Собранія.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что 10 марта въ Петроградѣ скончался на 79 году жизни почетный членъ Академіи (съ 29 декабря 1880 года) Андрей Александровичъ Сабуровъ.

Память покойнаго почтена вѣтаніемъ.

Министръ Народнаго Просвѣщенія отношеніемъ отъ 3 марта за № 2346 сообщилъ:

«Велѣдствіе отношенія Императорской Академіи Наукъ отъ 13 минушаго февраля за № 367 имѣю честь препроводить при семъ, для приведенія въ дѣйствіе, утвержденный мною, на основаніи ст. 118⁵ т. XIV Св. Зак. уст. пред. прест. изд. 1912 г., уставъ «Русскаго Ботаническаго Общества».

«При этомъ считаю долгомъ добавить, что единственное отличіе настоящаго устава отъ доставленнаго Академіею проекта заключается во внесенной, въ видѣ особаго примѣчанія, оговоркѣ о необходимости соблюденія обществомъ соответствующихъ узаконеній при осуществленіи его ученыхъ предпріятій (напр. устройствъ съѣздовъ и публичныхъ лекцій, учрежденія курсовъ, изданій трудовъ)».

Положено принять къ свѣдѣнію и сообщить академику Н. П. Бородину, а уставъ Общества, утвержденный Министромъ Народнаго Просвѣщенія, напечатать въ приложеніи къ настоящему протоколу.

Министръ Народнаго Просвѣщенія циркулярнымъ отношеніемъ отъ 9 февраля за № 2753 сообщилъ:

«Императорское Россійское Генеральное Консульство въ Лондонѣ передало Министерству Народнаго Просвѣщенія ходатайство Лондонскаго университета (King's College) о содѣйствіи къ безвозмездному доставленію школѣ для изученія славянскихъ языковъ (School of Slavonic Studies) при названномъ университетѣ, въ виду намѣченнаго ею устройства специальной славянской бібліотеки, изданій русскихъ ученыхъ учреждений и обществъ, а также дублетовъ изъ ихъ книжныхъ собраній содержанія филологическаго, литературнаго и историко-политическаго.

«Великобританскій Посоль въ Петроградѣ, въ свою очередь поддерживаетъ настоящее ходатайство, предложивъ услуги Посольства въ дѣлѣ пересылки школѣ жертвуемыхъ ей книгъ.

«Сообщая объ изложеніи и выражая надежду, что Императорская Академія Наукъ широко пойдетъ навстрѣчу просьбѣ Посланника дружественной Россіи державы, покориѣйше прошу о послѣдующихъ рѣшеніяхъ Академіи по сему предмету меня увѣдомить, съ препровожденіемъ списка уступаемыхъ для упомянутой бібліотеки изданій.

«При этомъ считаю долгомъ добавить, что послѣднія могутъ быть направлены Академіею непосредственно въ Канцелярію Великобританскаго Посольства».

Положено выслать просимыя изданія, предварительно пославъ каталогъ изданій Академіи съ просьбою прислать списокъ желаемыхъ изданій.

Прокуроръ Петроградскаго Окружнаго Суда отношеніемъ отъ 12 марта за № 3765 сообщилъ:

«Препровождалъ при семъ на основаніи 1091 ст. Зак. Гр. (Св. Зак. т. X, ч. I, изд. 1900 года) вышку изъ утвержденаго Петроградскимъ Окружнымъ Судомъ

16 сентября 1915 года домашнего духовнаго завѣщанія умершаго 22 июня 1914 года члена Государственнаго Совѣта, дѣйствительнаго тайнаго совѣтника, потомственнаго дворянина Владиміра Павловича Череванскаго имѣю честь увѣдомить Императорскую Академію, что душеприказчикъ по означенному завѣщанію начальникъ Ардебшевскаго отряда (въ Персіи) генераль-маіоръ Александръ Федоровичъ Боковъ проживаетъ въ м. «Астара» Бакинской губерніи».

«Выписка изъ домашнего духовнаго завѣщанія В. П. Череванскаго.

« XXV) на уплату пошлины съ завѣщанныхъ суммъ, а равно на расходы по приведенію сего завѣщанія въ исполненіе ассигную десять тысячъ рублей; XXVI) Душеприказникомъ прошу быть полковника Пограничной Стражи Александра Федоровича Бокова, который и имѣетъ получить въ безотчетное распоряженіе означенныхъ въ предыдущемъ пунктѣ десять тысячъ рублей. По реализаціи % бумагъ, а также по продажѣ имущества и по смерти О. М. Улѣевой (п. VI сего завѣщанія) окажется несомнѣнно превышеніе въ вырученныхъ суммахъ противъ вышеприведенныхъ назначеній, а потому прошу душеприказчика употребить сей излишекъ по слѣдующему: XXXVIII) Коллекцію монетъ и медалей, за исключеніемъ золотыхъ, передать въ Академію Наукъ.

«Вѣрно:

«За Секретаря при Прокурорѣ Петроградскаго Окружнаго Суда (подпись неразборчива)».

Положено съ душеприказникомъ, принять отпечатанные по завѣщанію предметы, передать ихъ въ Нумизматическій Кабинетъ Академіи и сообщить Правленію для свѣдѣнія.

Императорскій Московскій и Румянцевскій Музей, предполагая ходатайствовать о дарованіи пенсіи вольноотрудающимся въ Музей, запросилъ Академію отношеніемъ отъ 14 марта за № 343, пользуются ли какими-либо правами на пенсію вольноотрудающіеся Императорской Академіи Наукъ.

Испремѣнный Секретарь доложилъ по этому поводу, что крайне желательно было бы просить Правленіе возбудить передъ Правительствомъ ходатайство о томъ, чтобы правами на пенсію могли пользоваться лица, служація по вольному найму въ Академіи и ея служители; желательность и справедливость этого не требуетъ доказательства.

Положено отвѣтить Московскому и Румянцевскому Музею, что въ настоящее время служація по вольному найму въ Академіи лица не пользуются правами на пенсію, но что ходатайство объ этомъ возбуждается.

Вмѣстѣ съ тѣмъ положено просить Правленіе возбудить соответствующее ходатайство передъ Правительствомъ.

Испремѣнный Секретарь Французской Академіи Этьеннъ Ламу (E. Lamu) письмами на имя Академіи и Испремѣннаго Секретаря отъ 1 марта н. ст. сообщилъ,

что, по инициативѣ нѣсколькихъ членовъ Французскаго Института, предложено по возможности возстановить послѣ войны сожженную нѣмцами бібліотеку университета въ Лувенѣ, и просилъ отъ имени Французской Академіи избрать членовъ Академіи и Международную Комиссію по этому вопросу.

Положено отвѣтить согласіемъ и принять участіе въ Международной Комиссіи, для чего и избрать по одному члену отъ вѣхъ трехъ Отдѣленій Академіи и разрѣшить Непремѣнному Секретарю вступитъ въ составъ Комиссіи согласно полученному имъ приглашенію.

Сергій Львовичъ Бертенсонъ (Спасская, д. 9) заявленіемъ отъ 30 марта сообщилъ:

«По уполномочію матери моей Ольги Аполлоновны Бертенсонъ и тетки Людмилы Аполлоновны Фрейгангъ, рожденныхъ Скальковскихъ, покорѣннѣе прошу Императорскую Академію Наукъ принять отъ меня въ даръ архивы покойныхъ моихъ дѣда — бывшаго члена-корреспондента Императорской Академіи Наукъ, Аполлона Александровича Скальковского и дяди — Константина Аполлоновича Скальковского, заключающіе въ себѣ дневники А. А. Скальковского за 1831 — 1895 гг., подлинныя документы по исторіи Запорожской Сѣчи, а также его служебную переписку и другія бумаги, равно какъ и служебную и дѣловую переписку К. А. Скальковского».

Положено принять пожертвованіе, передать его въ Рукописное Отдѣленіе и благодарить жертвователя.

Управляющій дѣлами Комиссіи по постройкѣ памятника Пушкину и Пушкинскаго Дома академикъ Н. А. Котляревскій сообщилъ, что С. А. Бертенсонъ, по уполномочію матери своей Ольги Аполлоновны Бертенсонъ и тетки Людмилы Аполлоновны Фрейгангъ, рожденныхъ Скальковскихъ, просилъ Пушкинскій Домъ принять отъ него въ даръ литературную и семейную переписку его покойныхъ дѣда — бывшаго члена-корреспондента Императорской Академіи Наукъ Аполлона Александровича Скальковского и дяди — Константина Аполлоновича Скальковского, состоящую, между прочимъ, изъ писемъ Мельникова-Печерскаго, Бенедиктова, Краевского, Шевырева, Плетнева, Надеждина, Никитенко, Полевого, Полонскаго, Случевского, Вейнберга, Суворина и мн. др.

Право пользованія означенныхъ матеріаловъ онъ желалъ бы сохранить за собою, съ тѣмъ, чтобы къ изученію ихъ желающіе допускались лишь съ его разрѣшенія.

Положено принять пожертвованіе согласно условіямъ жертвователя и благодарить С. А. Бертенсона.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что по просьбѣ Завѣдующаго Архивомъ Конференціи Б. А. Модзалевскаго Архивъ Морского Министерства пере-

дать въ Архивъ Конференціи изъ полученныхъ имъ бумагъ адмирала П. О. Крузенштерна, бывшаго съ 1806 до 1846 г. почетнымъ членомъ Академіи Наукъ, письма къ Крузенштерну многихъ дѣйствительныхъ и почетныхъ членовъ и членовъ-корреспондентовъ Академіи, какъ-то: О. П. Аделунга (36 писемъ), К. М. Бэра (20), Ф. П. Круга (147), В. Я. Струве (44), Тилеціуса-фонъ-Тиленау (77), П. Н. Кеплена, Э. Коллинеа, Г. Лаугедорфа, Р. Ленца, Лерберга, Моргенштерна, Пандера, Е. Паррота (85), П. П. и Н. П. Фусовъ, Штарка, Шуберта, Эрмана и др., а всего 548 документовъ и 6 брошюръ.

Положено выразить отъ имени Академіи благодарность Общему Архиву Морского Министерства въ лицѣ его Начальника, старшаго лейтенанта Александра Ивановича Лебедева, и Завѣдующему Архивомъ Конференціи Б. А. Модзалевскому и передать письма въ Архивъ Конференціи, а печатныя брошюры — въ I и II Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ А. А. Шахматовъ читалъ:

«В. П. Науменко принесъ въ даръ Библіотекѣ Императорской Академіи Наукъ цензурный экземпляръ труда Гоголя «Объявленіе Божественной Литургіи» и нѣсколько старопечатныхъ изданій».

Положено пожертвованіе передать въ Рукописное Отдѣленіе и благодарить жертвователя.

Приложеніе къ протоколу IV засѣданія Общаго Собранія Императорской Академіи Наукъ 2 апрѣля 1916 года.

На основаніи ст. 118⁵ т. XIV Св. Зак.,
уст. пред. прест. изд. 1912.

«УТВЕРЖДАЮ».

Министръ Народнаго Просвѣщенія
Гр. Ипатьевъ.

3 марта 1916 года.

Уставъ Русскаго Ботаническаго Общества.

Цѣли и права Общества.

§ 1.

Въ цѣляхъ научнаго объединенія русскихъ ботаниковъ учреждается въ Петроградѣ, при Императорской Академіи Наукъ, Русское Ботаническое Общество.

§ 2.

Задачи Общества:

- а) способствовать развитію въ Россіи всѣхъ отраслей ботаники,
- б) распространять въ странѣ ботаническія знанія,
- в) содѣйствовать изслѣдованію флоры и растительности Россіи.

§ 3.

Для достиженія предположенныхъ цѣлей Общество имѣетъ право въ предѣлахъ Россіи:

- а) устраивать періодическія и экстренныя собранія для научныхъ сообщеній и рѣшенія текущихъ дѣлъ,
- б) организовать публичныя лекціи, курсы по программамъ, утвержденнымъ Совѣтомъ Общества, и ботаническіе съѣзды,
- в) снаряжать и поддерживать экспедиціи и экскурсіи для ученыхъ изслѣдованій и собиранія ботаническаго матеріала,
- г) устраивать ботаническія станціи, лабораторіи, музеи, библіотеки и т. п. учрежденія,
- д) учреждать постоянныя и временныя коммисіи,
- е) печатать свои труды въ видѣ отдѣльныхъ или періодическихъ изданій,

ж) выдавать пособія спеціалистамъ для окончанія предпринятыхъ ими изслѣдованій или сочиненій,

з) предлагать задачи, учреждать денежныя преміи, выдавать медали.

Примѣчаніе. Указанныя въ настоящемъ параграфѣ ученыя предпріятія осуществляютъ Обществомъ съ соблюденіемъ существующихъ на сей предметъ узаконеній.

§ 4.

Общество имѣетъ печать съ надписью: «Русское Ботаническое Общество».

Составъ Общества, права и обязанности его членовъ.

§ 5.

Общество состоитъ изъ дѣйствительныхъ и почетныхъ членовъ и членовъ-сотрудниковъ. Число членовъ неограничено. Учредителями Общества считаются члены Ботаническаго Съѣзда въ Петроградѣ 1915 года, подписавшіе проектъ устава. Они входятъ въ число дѣйствительныхъ членовъ Общества.

§ 6.

Въ дѣйствительные члены Общества избираются русскіе и иностранные ботаники, по письменному предложенію трехъ дѣйствительныхъ или почетныхъ членовъ. Заявленія подаются президенту. Баллотировка производится въ ближайшемъ собраніи Общества.

§ 7.

Дѣйствительные члены, живущіе въ Петроградѣ и его окрестностяхъ, вносятъ въ кассу Общества 10 руб. ежегодно, а иногородніе 8 руб. въ годъ. Тѣ и другіе получаютъ всѣ изданія Общества. Дѣйствительные члены, внесшіе единовременно 100 рублей, считаются пожизненными членами Общества.

§ 8.

Дѣйствительные члены Общества, не уплатившіе до 1-го марта текущаго года своего членскаго взноса, не получаютъ изданій Общества и, въ случаѣ неуплаты членскаго взноса въ теченіе двухъ лѣтъ, исключаются изъ списка членовъ. Эти лица вновь могутъ поступить въ число членовъ, если сдѣлаютъ членскій взносъ за текущій годъ. Исключеніе члена по другимъ причинамъ, кромѣ неуплаты членскаго взноса, можетъ быть про-

изведено лишь въ годичномъ собраніи, по предложенію не менѣ шести членовъ, закрытой баллотировкой, большинствомъ не менѣ трехъ четвертей присутствующихъ членовъ.

§ 9.

Дѣйствительные члены избираются простымъ большинствомъ голосовъ.

§ 10.

Почетные члены и должностныя лица Общества освобождаются отъ взносов и получаютъ всѣ изданія бесплатно.

§ 11.

Въ почетные члены избираются: а) выдающіеся русскіе и иностранные ученые, а также б) лица, содѣйствовавшія развитію ботаники въ Россіи или оказавшія важныя услуги Обществу. Они избираются тѣмъ же порядкомъ, какъ и дѣйствительные, и имѣютъ одинаковыя съ ними права.

§ 12.

Почетные и дѣйствительные члены Общества участвуютъ въ занятіяхъ его и пользуются въ рѣшеніяхъ Общества правомъ голоса.

§ 13.

Въ члены-сотрудники избираются лица, содѣйствующія цѣлямъ Общества доставленіемъ свѣдѣній, собираніемъ для Общества коллекцій или инымъ какимъ-либо способомъ. Они не пользуются правомъ голоса при рѣшеніи дѣлъ Общества, но могутъ присутствовать въ собраніяхъ и имѣютъ совѣщательный голосъ. Они не вносятъ членской платы. Избраніе въ члены-сотрудники производится тѣмъ же порядкомъ, какъ и въ дѣйствительные члены.

§ 14.

Всѣ члены Общества имѣютъ право пользоваться его коллекціями и библіотекой на основаніи правилъ, утвержденныхъ Совѣтомъ Общества.

§ 15.

Во главѣ Общества стоятъ: почетный президентъ, избираемый пожизненно, и президентъ, избираемый на три года. Если присутствуетъ почетный президентъ, онъ является предсѣдателемъ собранія.

Собранія Общества.

§ 16.

Собранія Общества бываютъ очередныя, годичныя, чрезвычайныя и экстренныя.

§ 17.

На годичномъ собраніи, которое можетъ продолжаться нѣсколько дней, выслушиваются научныя сообщенія, а также разсматриваются и утверждаются отчеты секретаря и казначея и планъ дѣятельности Общества на предстоящій годъ.

§ 18.

Черезъ каждыя три года созывается чрезвычайное собраніе для рѣшенія особо важныхъ и новыхъ вопросовъ, связанныхъ съ дѣятельностью Общества, для выслушанія и утвержденія отчетовъ за истекшій періодъ и для выборовъ должностныхъ лицъ. На чрезвычайномъ собраніи намѣчается мѣсто и время слѣдующаго чрезвычайнаго собранія.

§ 19.

Выборы производятся слѣдующимъ порядкомъ: всѣ присутствующіе въ засѣданіи, съ правомъ голоса, члены предлагаютъ по одному кандидату на каждую должность закрытыми записками, а затѣмъ выборъ въ выше-означенныя должности производится тѣмъ же порядкомъ изъ трехъ кандидатовъ, получившихъ наибольшее число голосовъ, въ томъ же засѣданіи. Въ случаѣ равенства голосовъ производится перебаллотировка.

Управление дѣлами Общества.

§ 20.

Завѣдываніе и управленіе дѣлами Общества принадлежитъ Совѣту. Совѣтъ Общества состоятъ изъ президента, двухъ товарищей президента, членовъ Совѣта, казначея, редакторовъ и главнаго секретаря. Всѣ эти лица избираются на три года чрезвычайнымъ собраніемъ. Кромѣ трехъ членовъ Совѣта и главнаго секретаря, живущихъ въ Петроградѣ, избираются по одному члену Совѣта и по одному секретарю для каждаго крупнаго центра, по опредѣленію чрезвычайнаго собранія.

§ 21.

Собранія Совѣта Общества созываются президентомъ или по требованію трехъ членовъ Совѣта.

§ 22.

Дѣла въ Совѣтѣ рѣшаются простымъ большинствомъ голосовъ. Постановленія Совѣта считаются состоявшимися, если въ засѣданіи участвуютъ не менѣе пяти членовъ. Во всѣхъ важпыхъ случаяхъ опрашиваются и иногородніе члены Совѣта, при чемъ ненолученіе отвѣта въ мѣсячный срокъ считается за отказъ отъ голосованія.

§ 23.

На обязанности Совѣта лежать:

- а) разсмотрѣніе предложеній и проектовъ, представляемыхъ на утвержденіе собраній,
- б) веденіе отъ имени Общества впѣвшихъ сношеній,
- в) составленіе ежегодной смѣты, которая представляется на утвержденіе годичнаго собранія,
- г) разрѣшеніе единовременныхъ сверхсмѣтныхъ расходовъ, не превышающихъ суммы, опредѣляемой годичнымъ собраніемъ, при чемъ о каждомъ подобномъ расходѣ докладывается ближайшему годичному собранію,
- д) распоряженія о денежпыхъ выдачахъ, разрѣшенныхъ годичнымъ собраніемъ, и вообще наблюденіе за правильнымъ расходованіемъ суммъ Общества,
- е) завѣдываніе имуществомъ, учрежденіями и изданіями Общества,
- ж) выдача шнуровыхъ книгъ, скрѣпленныхъ подписью главнаго секретаря,
- з) утвержденіе программъ публичныхъ лекцій,
- и) разсмотрѣніе составленныхъ секретаремъ и казначеемъ годовыхъ отчетовъ о дѣятельности Общества,
- к) приглашеніе вольнонаемныхъ лицъ и назначеніе имъ вознагражденія, размѣръ котораго опредѣляется заранѣе годичнымъ собраніемъ.
- л) исполненіе всѣхъ другихъ порученій собраній.

Средства Общества.

§ 24.

Средства Общества на покрытіе его расходовъ составляютъ:

- а) единовременные и годичные членскіе взносы,
- б) пособія правительственныхъ и общественныхъ учреждений,

- в) суммы, вырученныя отъ продажи изданій, отъ публичныхъ лекцій или курсовъ и другихъ предпріятій Общества,
- г) доходы отъ имущества Общества,
- д) пожертвованія.

§ 25.

Общество имѣетъ право владѣть движимою и недвижимою собственностью, приобретаемою путемъ покупки или пожертвованія.

Ревизіонная Комиссія.

§ 26.

Ревизія имущества Общества производится ежегодно комиссіей изъ трехъ дѣйствительныхъ или почетныхъ членовъ Общества, избираемыхъ годичнымъ собраніемъ. Комиссія представляетъ докладъ о ревизіи, по разсмотрѣнію его Совѣтомъ, слѣдующему годичному собранію.

Измѣненіе Устава.

§ 27.

Ходатайства объ измѣненіи устава Общества могутъ быть возбуждаемы только по постановленію чрезвычайнаго собранія послѣ обсужденія предложенныхъ измѣненій Совѣтомъ Общества при участіи иногороднихъ членовъ Совѣта.

Закрытіе Общества.

§ 28.

Въ случаѣ ликвидаціи дѣлъ Общества, имущество его передается Императорской Академіи Наукъ.

Директоръ Департамента Народнаго Просвѣщенія *П. Сурингъ.*

Дѣлопроизводитель *В. Насовъ.*

ОТДѢЛЕНІЕ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ.

VI ЗАСѢДАНІЕ, 30 МАРТА 1916 ГОДА.

Академикъ О. А. Баклундъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью на англійскомъ языкѣ «On Chandler's Period in the latitude variation. II» (О періодѣ Чандлера въ измѣненіи шроты. II).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ М. А. Рыкачевъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ» Отдѣленія статью Н. А. Булгакова «Магнитныя наблюденія, произведенныя въ Хотинскомъ, Бѣлецкомъ и Сорокескомъ уѣздахъ Бессарабской губ. въ 1914 г.» (Le levé magnétique des districts: Chotin, Beleck, Soroki du gouvernement de Bessarabie exécuté en 1914) со своимъ введеніемъ.

Положено напечатать въ «Запискахъ» Отдѣленія.

Академикъ В. В. Заленскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью М. М. Завадовскаго «Значеніе кислорода въ процессы дробленія яицъ *Ascaris megaloccephala*» (M. Zavadovskij. Sur la valeur d'oxygène pour la segmentation de l'oeuf d'*Ascaris megaloccephala*).

Къ статьѣ приложены 1 рисунокъ и одна графика.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. М. Ляпуновъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью на французскомъ языкѣ: A. Liapounoff (Ляпуновъ). «Nouvelles considérations relatives à la théorie des figures d'équilibre dérivées des ellipsoïdes dans le cas d'un liquide homogène. Seconde Partie» (А. М. Ляпуновъ. Новыя соображенія, относящіяся къ теоріи производныхъ отъ эллипсоидовъ формъ равновѣсія въ случаѣ однородной жидкости. Вторая часть).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью В. П. Дробова «Новыя растенія для флоры Туркестана» (V. Drobov. Nouvelles plantes du Turkestan).

Къ статьѣ приложены 2 таблицы.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ П. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью С. С. Ганешина «*Tragopogon sibiricum* mihl, его географическое распространіе и отличие отъ *T. porrifolium* L.» (S. S. Ganešin. *Tragopogon sibiricum* mihl, sa distribution géographique et ses différences de *T. porrifolium* L.).

Къ статьѣ приложены 1 таблица и 1 карточка.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ П. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью С. С. Ганешина «Сезонныя расы *Melampyrum nemorosum* L.» (S. S. Ganešin. Les races de saison de *Melampyrum nemorosum* L.).

Къ статьѣ приложены 3 таблицы.

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ В. И. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статью В. Мейснера «Рыбный промыселъ въ Семирѣчьи и его возможное будущее».

Положено напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Академикъ В. И. Вернадскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью О. О. Баклунда «Нѣсколько данныхъ къ познанію острова Уедвигенія» (H. Backlund. Notes sur l'île Ujedenenije).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью П. Ю. Шмидта «Къ вопросу о корреляціи органовъ въ животномъ организмѣ» (P. Schmidt. Sur la corrélation des organes dans l'organisme animal).

Къ статьѣ приложено 3 рисунковъ (2 на табл. и 3 въ текстѣ).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью С. О. Царевского «Пресмыкающіяся

и земноводныя, собранныя В. Я. Лаздинымъ въ Южной и Восточной Бухарѣ и въ с.-в. части Закаспійской области лѣтомъ 1915 года» (S. Carevskij. Reptiles et amphibiens, collectionnés par V. J. Lazdin dans la Boukharie méridionale et orientale ainsi que dans la partie n.-e. de la province Transcaspienne en été 1915).

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ П. П. Павловъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью П. П. Лазарева на французскомъ языкѣ: P. Lazarev. «La théorie ionique de l'excitation et les lois de Pfüger» (Ионная теорія возбужденія и законы Пфлюгера).

Къ статьѣ приложенъ чертежъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. А. Стекловъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью на французскомъ языкѣ: W. Stekloff (V. Steklov). «Sur le développement des fonctions arbitraires en séries des polynomes de Tchébychef-Laguerre» (О разложеніи произвольныхъ функцій въ ряды по полиномамъ Чебышева-Лягерра).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. А. Стекловъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Я. В. Успенскаго «О сходимости формулъ механическихъ квадратуръ между бесконечными предѣлами» (J. Uspenskij. Sur la convergence de quadratures, dites mécaniques, entre les limites infinies).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. Н. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью А. А. Рихтера «Къ вопросу о роли добавочныхъ пигментовъ у синезеленыхъ водорослей» (A. A. Richter. Sur le rôle des pigments complémentaires chez les Cyanophycées).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Непремѣнный Секретарь доложилъ о томъ, что отъ академикова О. А. Баклуида и А. А. Бѣлопольскаго и члена-корреспондента С. К. Костинскаго поступилъ въ даръ Академіи портретъ академика О. А. Бредихина.

Положено повѣсить портретъ въ Маломъ Конференцъ-залѣ и благодарить жертвователей.

Директоръ Геологическаго и Минералогическаго Музея читалъ:

«На этихъ дняхъ въ Минералогическій Музей поступила большая коллекція минераловъ изъ мѣсторожденія цинковыхъ рудъ на р. Тетюхѣ, собранная горнымъ инже-

перомъ Константину Федоровичемъ Егоровымъ. Коллекція заключаетъ столько научно интересныхъ и красивыхъ музейныхъ экземпляровъ, что является цѣннымъ приобретениемъ для Музея. Въ виду этого я имѣю честь просить Отдѣленіе выразить благодарность отъ имени Академіи Наукъ горному инженеру К. Ф. Егорову, а также по его представленію штейгеру рудника Анатолю Карповичу Піотровскому за его помощь при сборѣ коллекціи и хлопоты по упаковкѣ и пересылкѣ собранія въ Минералогическій Музей».

Положено благодарить К. Ф. Егорова и А. К. Піотровскаго.

Директоръ Зоологическаго Музея читаетъ:

«Имѣю честь доложить о слѣдующемъ. Среди русскихъ озеръ самое замѣчательное, несомнѣнно, Байкальское. По своей величинѣ оно самое большое изъ прѣсноводныхъ озеръ Европы и Азіи и самое глубокое изъ всѣхъ озеръ свѣта. Наибольшая глубина его, какъ извѣстно, доходитъ до 713 сажени. Фауна его въ высшей степени оригинальна. Такъ, напримѣръ, въ немъ водится 33 вида рыбъ, изъ которыхъ 14 эндемичны. Среди нихъ всѣ представители сем. *Cottidae* эндемичны и нѣкоторые изъ нихъ живутъ на глубинахъ до 700 сажени, т. е. болѣе глубоко, чѣмъ какія-либо изъ прѣсноводныхъ рыбъ. Среди рыбъ мы встрѣчаемъ здѣсь голомянку (*Comophorus baikalensis*), глубоководную форму, принадлежащую къ семейству *Comphoridae*. Это семейство встрѣчается только въ Байкалѣ.

«Среди моллюсковъ, по изслѣдованію В. Линдгольма, 90% являются эндемичными для Байкала. Изъ 317 формъ ракообразныхъ изъ сем. *Gammaridae*, по изслѣдованію Стеббинга и Совинскаго, 188 найдены въ Байкалѣ. Въ немъ имѣется большое число формъ ресничатыхъ червей, только тамъ обитающихъ. Среди червей тамъ найдены также *Polychaeta*, живущіе въ морской водѣ или въ прѣсныхъ водоемахъ, недалеко отъ моря. Такимъ образомъ, здѣсь *Polychaeta* представляютъ исключительное явленіе.

«Фауна Байкала содержитъ рядъ очень древнихъ формъ и, по нѣкоторымъ изслѣдованіямъ (Бергъ), остатки верхнетретичной и субтропической прѣсноводной фауны Сибири и, можетъ быть, центральной Азіи. Понятно, что Байкалъ всегда привлекалъ вниманіе русскихъ зоологовъ, но, несмотря на цѣлый рядъ работъ изслѣдователей фауны Байкала, начиная съ Палласа, ее нельзя считать вполне выясненной не только со стороны прохожденія, но и со стороны состава. Достаточно указать, что, несмотря на многочисленныя изслѣдованія сем. *Gammaridae*, въ прошломъ году В. Ч. Дорогостайскимъ найденъ рядъ новыхъ формъ, о которыхъ онъ сообщилъ Академіи въ статьѣ, представленной имъ для напечатанія.

«Кромѣ того, совершенно не выяснено распространеніе животныхъ по зонамъ, и не было сдѣлано сколько нибудь обстоятельныхъ физико-біологическихъ наблюденій. Причина, почему Байкальское озеро до сихъ поръ остается мало изслѣдованнымъ, кроется въ томъ, что изслѣдованія производились недостаточно продолжительное время, а главнымъ образомъ наѣздами, безъ достаточныхъ средствъ, необ-

ходимыхъ для изслѣдованія на большихъ глубинахъ. Необходимо прежде всего устройство на мѣстѣ пункта, оборудованнаго снарядами и судномъ для продолжительныхъ глубоководныхъ изслѣдованій.

«Необходимость устройства станціи на Байкалѣ ясно сознавалась заинтересованными лицами, и я просилъ въ прошломъ году В. Ч. Дорогостайскаго, отправлявшагося для изслѣдованія Байкала, выяснитъ при его поѣздкѣ на Байкалѣ мѣстные условія для устройства біологической станціи. В. Ч. Дорогостайскій съ большой энергіей и знаніемъ дѣла сдѣлалъ это и между прочимъ выяснилъ возможность улучшить зданіе для помѣщенія станціи. Имъ совмѣстно съ проф. Л. С. Бергомъ, однимъ изъ изслѣдователей Байкала, и проф. С. А. Зерновымъ, бывшимъ завѣдующимъ Севастопольской Біологической Станціей, составляется подробный докладъ объ устройствѣ станціи, и, кромѣ того, мною получено отъ Н. А. Второва прилагаемое при этомъ письмо на имя директора Зоологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ съ сообщеніемъ о пожертвованіи имъ на пріобрѣтеніе судна и предварительныя изысканія 16000 рублей.

«Сообщая объ этомъ, имѣю честь просить разрѣшить внести эту сумму въ депозиты и благодарить отъ имени Академіи Н. А. Второва за его щедрый даръ, а также составить Комиссію по вопросу объ устройствѣ біологической станціи на Байкалѣ и мѣрамъ къ ея осуществленію».

«Письмо Николая Александровича Второва на мое имя составлено въ слѣдующихъ выраженіяхъ:

«Узнавъ отъ В. Ч. Дорогостайскаго о возникшемъ намѣреніи учредить при Императорской Академіи Наукъ постоянную біологическую станцію на Байкалѣ и приступить къ планомерному изслѣдованію этого озера, имѣю честь препроводить въ Ваше распоряженіе шестнадцать тысячъ (16000) рублей и прошу изъ означенной суммы 12000 рублей употребить на оборудованіе станціи судномъ, приспособленнымъ для научныхъ изслѣдованій, и 4000 рублей на предварительныя изысканія.

«Приложеніе: Переводный билетъ Сибирскаго Торговаго Банка, Московскаго Отдѣленія отъ 26 марта с. г. за № 166484 на сумму 16000 рублей.

«Покорно прошу не отказать мнѣ въ увѣдомленіи о полученіи этого перевода».

Положено признать крайне желательнымъ устройство Біологической Станціи на Байкалѣ, благодарить Н. А. Второва за пожертвованіе, которое дастъ возможность Академіи приступить къ осуществленію важнаго дѣла основанія Біологической Станціи, и образовать Комиссію изъ академиковъ князя Б. Б. Голицына, В. В. Залескаго, П. П. Бородина, П. В. Пасонова, П. П. Андрусова, а также Н. Д. Кузнецова, В. Ч. Дорогостайскаго, Л. С. Берга, С. А. Зернова и В. П. Сукачева.

Директоръ Зоологическаго Музея представилъ на заключеніе Отдѣленія отношеніе П. Андреева, присланное Якутскимъ Отдѣломъ Императорскаго Рус-

скаго Географическаго Общества и переданное въ Академію Совѣтомъ Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, о найденныхъ имъ близъ села Кутаны костяхъ ископаемаго животнаго. Къ бумагѣ приложенъ планъ мѣстности, въ которой начаты указанныя раскопки.

Положено передать Директору Геологическаго и Минералогическаго Музея для соответствующихъ сношеній съ Геологическимъ Комитетомъ.

VII засѣданіе, 27 апрѣля 1916 года.

Главное Артиллерійское Управленіе отношеніемъ отъ 26 апрѣля за № 59892 увѣдомило Канцелярію Конференцій, что Высочайшимъ приказомъ 2 апрѣля членъ-корреспондентъ Академіи, докторъ химіи, числящійся по полевой легкой артиллеріи, заслуженный ординарный профессоръ Михайловской Артиллерійской Академіи, начальникъ 6-го отдѣла Артиллерійскаго Комитета при Главномъ Артиллерійскомъ Управленіи и постоянный членъ того же Комитета генералъ-маіоръ Владимиръ Николаевичъ Ппатьевъ утвержденъ въ должности ординарнаго академика Академіи Наукъ, согласно избранію, съ 9 января 1916 года, съ оставленіемъ въ занимаемыхъ имъ по военному вѣдомству должностяхъ.

Положено принять къ свѣдѣнію, увѣдомить академика В. П. Ппатьева о состоявшемся утвержденіи его и сообщить въ Правленіе для свѣдѣнія.

Высочайшимъ приказомъ по гражданскому вѣдомству отъ 5 апрѣля за № 23 членъ-корреспондентъ Академіи, заслуженный профессоръ Императорскаго Московскаго Университета, докторъ минералогіи и геогнозіи дѣйствительный статскій совѣтникъ Алексѣй Петровичъ Павловъ утвержденъ ординарнымъ академикомъ по геологіи, согласно избранію, съ 9 января 1916 года, съ оставленіемъ заслуженнымъ ординарнымъ профессоромъ Университета.

О состоявшемся утвержденіи А. П. Павлова ординарнымъ академикомъ Империальнаго Секретаря уже увѣдомилъ А. П. Павлова письмомъ отъ 21 апрѣля за № 837, съ приглашеніемъ пожаловать въ настоящее засѣданіе; въ отвѣтъ на это письмо академикъ А. П. Павловъ сообщилъ, что онъ лишень возможности прибыть въ настоящее засѣданіе.

Положено принять къ свѣдѣнію и сообщить въ Правленіе для свѣдѣнія.

За Империальнаго Секретаря академикъ А. П. Карпинскій представилъ Отдѣленію приланиую для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью члена-корреспондента А. Р. Бонедорфа «О точности опредѣленія размѣровъ земли на основаніи Русско-Скандинавскаго градуснаго измѣренія» (A. Bondorff. Sur l'exactitude de la définition des dimensions de la Terre).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. П. Карпинскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «О новомъ видѣ *Helicoprion* (*Helicoprion Clerci*, n. sp.). Предварительное сообщеніе» [A. P. Karpinskij. Sur une nouvelle espèce d'*Helicoprion* (*Helicoprion Clerci*, n. sp.). Note préliminaire].

Къ статьѣ приложено 5 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. А. Марковъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «О коэффициентѣ дисперсіи» (A. A. Markov. Sur le coefficient de la dispersion).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. В. Заленскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Объ органогенезѣ *Salpa fusiformis*» (V. V. Zalensky. Sur l'organogenèse de *Salpa fusiformis*).

Къ статьѣ приложены рисунки.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. В. Заленскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью члена-корреспондента Н. М. Кулагина «О строеніи яичника шимпанзе» (N. M. Kulagin. Sur la structure de l'ovaire du chimpanze).

Къ статьѣ приложено 9 рисунковъ.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. А. Бѣлопольскій доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «О системѣ α въ Гончихъ Собакахъ» (A. A. Belopol'skij. Sur le système α des Chiens de Chasse).

Къ статьѣ приложена 1 таблица.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. А. Бѣлопольскій представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Н. Н. Доница «Наблюденія спектра кометы Галлея» (N. Donič. Observations du spectre de la comète de Halley).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ Н. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью С. С. Ганешина «Цикль формъ *Elymus junceus* Fisch. и ихъ таксономическое значеніе» (S. S. Ganešin. Le cycle des formes d'*Elymus junceus* Fisch. et leur valeur taxonomique).

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Академикъ П. П. Бородинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Ботаническаго Музея» статью А. Э. Юнге «Новый тюльпанъ изъ Крыма *Tulipa koktebelica* mihi sp. n.» (А. Е. Junge. Une nouvelle tulipe de la Crimée *Tulipa koktebelica* mihi sp. nova).

Положено напечатать въ «Трудахъ Ботаническаго Музея».

Отъ имени академика В. П. Вернадскаго представлена Отдѣленію для напечатанія въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» статья П. А. Преображенскаго «Мѣсторожденія соединеній молибдена въ Россіи (кроме Финляндіи)».

Положено напечатать въ «Матеріалахъ для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи» въ количествѣ 2000 экземпляровъ.

Отъ имени академика В. П. Вернадскаго представлена Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статья Е. Е. Костылевой «Минералы нижней Тунгуски изъ коллекціи Чекаповскаго» (Е. Kostyleva. Les minéraux de la Tunguska inférieure).

Къ статьѣ приложена 1 карточка.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Отъ имени академика В. П. Вернадскаго представлена Отдѣленію для напечатанія въ «Трудахъ Радіевой Экспедиціи» статья Л. С. Коловратъ-Червинскаго «О выраженіи въ абсолютной мѣрѣ количествъ радія, измѣренныхъ по способу эманаций» (L. Kolovrat-Červinskij. Sur la réduction aux valeurs absolues des quantités de radium mesurées par la méthode de l'émanation).

Къ статьѣ приложено 3 рисунка.

Положено напечатать въ «Трудахъ Радіевой Экспедиціи».

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея» статью Вл. Шнитникова «Къ географическому распространенію песчаного суслика (*Spermophilopsis leptodactylus* Licht.)» (Vl. Šnitnikov. Contributions à la distribution géographique du *Spermophilopsis leptodactylus* Licht.).

Положено напечатать въ «Ежегодникѣ Зоологическаго Музея».

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ серіи «Фауна Россіи» статью А. Никольскаго «Земноводныя» [А. Nikolsky (Nikol'skij). Amphibies].

Къ статьѣ приложены рисунки и 3 таблицъ.

Положено напечатать въ «Фаунѣ Россіи».

Академикъ П. В. Насоновъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Л. С. Берга «О распространеніи рыбы *Myoxocephalus quadricornis* (L.) изъ сем. *Cottidae* и о связанныхъ съ этимъ вопросахъ» (L. S. Berg. Sur la distribution du poisson *Myoxocephalus quadricornis* (L.), fam. *Cottidae*, et sur quelques problèmes y concernant).

Къ статьѣ приложены 2 рисунка и 3 карты.

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Отъ имени академика П. П. Павлова представлена Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статья Александра Палладина «Вліяніе углеводнаго и бѣлковаго голоданія на выдѣленіе креатина и креатинина» (A. Palladin. L'influence du jeûne des hydrates de carbone et du jeûne d'azote sur l'excretion de la créatine et de la créatinine).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. А. Стекловъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью Я. В. Успенскаго «О разложеніи функций въ ряды по полиномамъ $e^{x \frac{d^n x^n e^{-x}}{dx^n}}$ » (J. Uspenskij. Sur le développement des fonctions en séries procédant suivant les polynomes $e^{x \frac{d^n x^n e^{-x}}{dx^n}}$).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. А. Стекловъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «О приближенномъ вычисленіи определенныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ. Остаточный членъ формулъ механическихъ квадратуръ. (Сообщеніе второе)» [W. Stekloff (V. Steklov). Sur le calcul approché des intégrales définies à l'aide des quadratures dites mécaniques. Terme complémentaire des formules des quadratures. II.].

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. И. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью С. П. Костычева «О спиртовомъ броженіи. VIII». [S. Kostytschev (Kostyčev). Sur la fermentation alcoolique. VIII].

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. И. Палладинъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи статью С. П. Костычева «О спиртовомъ броженіи. IX». [S. Kostytschev (Kostyčev). Sur la fermentation alcoolique. IX].

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ В. И. Палладинъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Глюкуроновая кислота, глюкуроныды и глі-

окселевая кислота въ растеніяхъ. I. Историческій очеркъ и методы изслѣдованія» (V. Palladin. Sur l'acide glucuronique, les glucuronides et l'acide glyoxylique dans les plantes. I. Historique et méthodique).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Вице-Президентъ въ качествѣ Предѣдателя Постоянной Полярной Комиссіи сообщилъ Отдѣленію, что Комиссія въ засѣданіи 26 апрѣля, — заслушавъ докладъ начальника Главнаго Гидрографическаго Управленія генерала М. Е. Жданко о радіостанціи на островѣ Диксона, которая была предположена къ закрытію, по влѣдствіе ходатайствъ, возбужденныхъ Постоянной Полярной Комиссіей, нынѣ сохранена и будетъ продолжать свои работы уже въ вѣдѣніи Морского Министерства, на что вѣдомствомъ испрашены особыя средства, — постановила обратиться къ Императорской Академіи Наукъ съ просьбою выразить Морскому Министру благодарность отъ имени Конференціи Императорской Академіи Наукъ за его просвѣщенное содѣйствіе въ дѣлѣ сохраненія радіостанціи на островѣ Диксона, имѣющей громадное научное значеніе, особенно въ виду того значительнаго расширенія программы ея работы, которое предположено вѣдомствомъ, а также и практическое — для нуждъ сѣвернаго мореплаванія, которое въ настоящее время пріобрѣтаетъ для Россіи особое значеніе.

Положено выразить Морскому Министру благодарность.

Вице-Президентъ въ качествѣ Предѣдателя Постоянной Полярной Комиссіи сообщилъ Отдѣленію, что Комиссія въ засѣданіи 26 апрѣля постановила избрать членомъ Комиссіи Завѣдующаго гидро-метеорологической частью Министерства Торговли и Промышленности Вартава Алексѣевича Пастакова и просить Конференцію Академіи объ его утвержденіи.

Положено утвердить постановленіе Комиссіи и сообщить В. А. Пастакову объ утвержденіи его членомъ Комиссіи.

За Непремѣннаго Секретаря академикъ А. П. Карпинскій сообщилъ, что отъ Предѣдателя Комиссіи по изслѣдованію естественныхъ производительныхъ силъ Россіи академика В. П. Вернадскаго отъ 9 апрѣля за № 240 поступило на имя Непремѣннаго Секретаря слѣдующее письмо:

«Въ засѣданіи Комиссіи отъ 1 апрѣля 1916 года обсуждался въ связи съ докладами В. К. Бражникова вопросъ о состояніи рыбнаго хозяйства и рыбныхъ запасовъ въ Россіи. Въ результатъ обмѣна мнѣній состоялось единогласное постановленіе Комиссіи обратиться къ Академіи Наукъ съ просьбой довести до свѣдѣнія г. Министра Земледѣлія мнѣніе Комиссіи по поводу идущихъ въ обществѣ сужденій и появляющихся въ печати ходатайствъ отдѣльныхъ лицъ и учреждений выйти изъ настоящаго затрудненія путемъ облегченія строгихъ нормъ охраны улова рыбы, какъ, напримѣръ, продленіе срока дозволеннаго времени улова.

«Комиссія полагаетъ, что на первомъ мѣстѣ и въ настоящій моментъ должно стоять всяческое охраненіе нашихъ природныхъ національныхъ богатствъ, кои отнюдь не должны быть разрушаемы для выхода изъ затруднительныхъ обстоятельствъ текущаго момента. Та временная выгода, которая будетъ получена (если даже будетъ получена, что неясно) ослабленіемъ правилъ охраны или въ какомъ случаѣ не окупить того огромнаго вреда, который нанесется, наирѣмѣрь, нашему главному Каспійскому рыболовству продленіемъ сроковъ улова въ мѣсяцѣ за предѣлы указанныхъ въ пожеланіяхъ Государственной Думы пяти дней. Этимъ путемъ можно нарушить на долго и, можетъ быть, даже на очень долго только что установившуюся охрану нашего есельнаго богатства.

«Прому, по постановленію Совѣта Комиссін, направить это мнѣніе Комиссін г. Министру Земледѣлія въ слѣдующемъ порядкѣ, не ожидая засѣданія Академіи, ибо только на дняхъ состоялось постановленіе Петроградской Городской Думы противоположнаго характера, и вопросъ идетъ о продленіи сроковъ позже начала мая».

За Непремѣннаго Секретаря академикъ А. П. Карпинскій доложилъ, что, въ виду слѣдующей дѣла, Непремѣннымъ Секретаремъ 13 апрѣля за № 782 было сдѣлано сношеніе съ Министромъ Земледѣлія.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ Н. В. Насоновъ читалъ записку, подписанную почетнымъ членомъ Академіи Д. П. Анучинымъ и другими:

«Озеро Байкаль представляетъ въ сѣверномъ полушаріи, несомнѣнно, самый своеобразный бассейнъ какъ съ физической и біологической стороны, такъ равно и по исторіи своего происхожденія. Издавна онъ привлекаетъ вниманіе изслѣдователей, и научное основаніе нашего познанія Байкала было положено уже академическими экспедиціями знаменитаго Палласа и Георгія. Съ тѣхъ поръ Байкаль изучался неоднократно: Б. И. Дыбовскимъ, И. Д. Черскимъ, А. В. Вознесенскимъ, Ф. К. Дриженко, А. А. Короткиевымъ, В. А. Обручевымъ и многими другими. Несмотря на то, что этими естественными собранъ весьма обширный матеріалъ, обработанный частью ими самими, частью цѣлымъ рядомъ специалистовъ, нельзя сказать, чтобы физическая географія и біологія этого бассейна были изучены съ достаточной полнотой: каждая зоологическая экспедиція, даже небольшая, приносятъ все еще цѣлый рядъ новыхъ формъ. Между тѣмъ изслѣдованіе Байкала представляетъ національную задачу русскихъ ученыхъ. Мы должны знать Байкаль не хуже, чѣмъ, наирѣмѣрь, швейцарцы свое Женевское озеро. Это сознаніе проникло уже въ широкіе круги, и нижеподписавшимся извѣстно, что однимъ изъ сибиряковъ переведено на имя Директора Зоологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ сумма въ 16000 руб. на дѣло изслѣдованія Байкала. Необходимо планомерное изученіе Байкала. Поэтому мы позволяемъ себѣ обратиться въ Отдѣленіе Физико-Математическихъ наукъ Императорской Академіи Наукъ, не будетъ ли признано возможнымъ учредить при Академіи Комиссію для обсужденія вопросовъ о всестороннемъ

изслѣдованіи Байкала. Задачи проектируемой Комиссіи, мы полагаемъ бы, должны заключаться:

- 1) въ выработкѣ специальной программы изслѣдованія,
- 2) снаряженіи экспедиціи для изслѣдованія Байкала,
- 3) учрежденіи біологической станціи на Байкалѣ.

Почетный членъ Императорской Академіи Наукъ, заслуженный профессоръ Московскаго Унiversитета Д. Н. Анучинъ.

Заслуженный профессоръ Московскаго Унiversитета А. Павловъ.

Ординарный профессоръ Московскаго Унiversитета А. П. Стверцовъ.

Ординарный профессоръ Московскаго Унiversитета Григорій Кожевниковъ.

Ординарный профессоръ П. Богоявленскій.

Докторъ зоологін В. Елнатъевскій.

Профессоръ Московскаго Сельскохозяйственнаго Института Як. Самойловъ.

Членъ-корреспондентъ Императорской Академіи Наукъ, проф. П. Кулагинъ.

Профессоръ Л. Бергъ.

Профессоръ С. Зерновъ.

Федоръ Спичаковъ.

В. Обручевъ.

Ординарный профессоръ Московскаго Унiversитета М. Голенинъ.

Приватъ-доцентъ Московскаго Унiversитета А. Куриковъ.

В. Дорогостайскій.

Положено поручить Временной Комиссіи, образованной для обсужденія вопроса о Байкальской біологической станціи, поставить и другіе вопросы, затронутые въ настоящей запискѣ, и запросить подписавшихъ, не пожелаютъ ли они принять участіе въ работахъ Комиссіи, и предоставить Комиссіи право кооптаціи новыхъ членовъ.

ОТДѢЛЕНІЕ РУССКАГО ЯЗЫКА И СЛОВЕСНОСТИ.

III засѣданіе, 5 марта 1916 года.

Вр. п. о. Управляющаго Дворомъ въ Бозѣ почившаго Е. И. В. Великаго Князя Константина Константиновича прислалъ слѣдующее отношеніе на имя Предѣлательствующаго: «По порученію Ея Императорскаго Высочества Великой Княгини Елисаветы Маврикіевны при семъ имѣю честь препроводить къ Вашему Превосходительству статью «К. Р.» — «Недовѣріе къ солдату» — съ Собственно-ручною надписью Великаго Князя Константина Константиновича: «Желаю, чтобы послѣ моей смерти эта статья была напечатана въ собраніи моихъ сочиненій. Константинъ. Павловскъ. 11 января 1914».

Положено присоединить эту статью къ сосредоточенному въ Рукописномъ Отдѣленіи литературному наслѣдію въ Бозѣ почившаго Великаго Князя Константина Константиновича.

IV засѣданіе, 19 марта 1916 года.

Акад. П. П. Кондаковъ просилъ разрѣшить выпустить отдѣльно въ видѣ оттисковъ двѣ статьи О. П. Буслая, дополненныя соотвѣтствующими снимками: 1) рецензію на трудъ Віоле-ле-Дюка и 2) рецензію на трудъ В. В. Стасова.

Положено выпустить эти статьи въ 300 экземпляровъ.

V засѣданіе, 2 апрѣля 1916 года.

Доложенъ отзывъ проф. П. М. Эндзелина о трудѣ Э. Я. Блессе: «Описаніе зельбургскаго (латышскаго) гозора».

Положено помѣстить статью г. Блессе въ Сборникъ по внесенію въ нее указанныхъ проф. Эндзелиномъ исправленій.

Проф. Е. Ф. Шмурло представилъ для напечатанія свой трудъ: «Словарь мѣстныхъ словъ и выраженій, собранныхъ въ Кинельской, Таловской и Карасинской областяхъ Челябинскаго уѣзда Оренбургской губерніи».

Положено помѣстить его въ Сборникъ Отдѣленія съ діалектологическими матеріалами; рукопись теперь же направить въ Типографію, о чемъ и извѣстить г. Шмурло.

Рукопись статьи В. Н. Добровольскаго: «Преданія и языкъ крестьянъ с. Выбути Нековского уѣзда» положено напечатать въ Сборникъ Отдѣленія съ діалектологическими матеріалами.

Проф. Б. М. Лянуновъ представилъ для набора въ изданіи Памятниковъ старославянскаго языка трудъ Ф. Каминскаго: «Три отрывка Евангельскихъ чтеній, именуемые Купріяновскими (Повгородскими)».

Положено передать рукопись Ф. Каминскаго въ Типографію.

Организаціонный Комитетъ Лермонтовскаго Кавказскаго Музея обратился въ Академію Наукъ въ Разрядъ изыщной словесности съ просьбой о денежной поддержкѣ и о высылкѣ ему изданій и снимковъ съ рукописей Лермонтова.

Положено передать записку Организаціоннаго Комитета въ Разрядъ изыщной словесности, а вмѣстѣ съ тѣмъ просить акад. Н. А. Котляревскаго о высылкѣ теперь же въ Лермонтовскій Кавказскій Музей одного экземпляра академическаго изданія Сочиненій Лермонтова.

ОТДѢЛЕНІЕ ИСТОРИЧЕСКИХЪ НАУКЪ И ФИЛОЛОГІИ.

VI засѣданіе, 23 марта 1916 года.

Редакція журнала «The Asiatic Review» прислала въ Академію, при письмѣ отъ 14 марта н. ст., 2 экземпляра номера, посвященнаго Россіи — «Russia number» (vol. VII. № 22; 13 февраля 1916 г.).

Положено благодарить редакцію и передать одинъ экземпляръ книги въ Азіатскій Музей, а другой — въ Архивъ Войны.

Директоръ Музея Антропологіи и Этнографіи представилъ къ напечатанію Путеводитель по Музею Антропологіи и Этнографіи, выпускъ V, Отдѣлъ Сѣверной Америки, составленный С. А. Штернбергъ.

Положено напечатать, какъ прежніе выпуски каталога Музея.

Директоръ Музея Антропологіи и Этнографіи читалъ:

«Въ настоящее время законченъ печатаніемъ III томъ Сборника Музея Антропологіи и Этнографіи и печатается томъ IV того же Сборника. Теперь представляю къ печатанію статьи для V тома:

Н. П. Зарубинъ. По долине Бартауга.

С. Е. Маловъ. Шаманство у сартовъ Восточнаго Туркестана.

С. О. Ольденбургъ. Краткія замѣтки о перихонахъ въ Кучарѣ.

С. М. Дудинъ. Техника живописи и скульптуры древнихъ пещеръ Восточнаго Туркестана.

М. М. Михайловская. Корельскіе заговоры, примѣты и заплочки.

А. П. Ивановъ. Элементы китайскаго орнамента.

Б. Э. Петри. Орнаментъ кудинскихъ бурятъ.

Л. Я. Штернбергъ. Идея избранничества у гольдскихъ шамановъ.

Л. Я. Штернбергъ. Колесница съ птицей на крайнемъ сѣверѣ Сибири.

Н. А. Виташевскій. Изъ наблюденій надъ шаманскими дѣйствіями якутскихъ шамановъ.

Е. Л. Петри. Изъ музейныхъ уникъ. Двѣ таблички съ письменами съ острова Пасхи.

Г. Г. Маизеръ. Замѣтки о музыкѣ у индейцевъ Южной Америки.

К. К. Гильзень. Человѣческая голова какъ военный трофей племени Мандуруку.

В. М. Лемешевскій. Палеолитическія коллекціи изъ Тверской губерніи.

К. З. Яцуга. Лезгинскіе черепа изъ Антропологическаго Отдѣла.

Извлеченія изъ писемъ командированныхъ лицъ.

«Смѣты по рисункамъ къ отдѣльнымъ статьямъ представлю дополнительно».

Положено напечатать въ «Сборникѣ Музея Антропологии и Этнографии», томъ V.

Академикъ В. В. Радловъ представилъ просмотрѣнный имъ отзывъ Н. Ашмарина о рукописи Н. Н. Юркина «Народное творчество чувашъ». Указавъ на нѣкоторые недостатки труда, требующіе тщательнаго пересмотра рукописи передъ сдачею ея въ печать, академикъ В. В. Радловъ считаетъ тѣмъ не менѣе желательнымъ издать его какъ первый томъ серіи «Образцы народной словесности чувашъ», при чемъ наблюденіе надъ печатаніемъ онъ беретъ на себя вмѣстѣ съ г. Ашмаринымъ.

Положено по пересмотрѣ рукописи Н. Н. Юркина печатать ее какъ первый томъ серіи «Образцы народной словесности чувашъ», въ форматѣ и числѣ экземпляровъ серіи «Образцы народной словесности якутовъ»; отзывъ Н. Ашмарина сохранить при протокольныхъ бумагахъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ признано желательнымъ ходатайствовать о командированіи г. Ашмарина въ Петроградъ и просить академика В. В. Радлова выяснить лично у Министра Народнаго Просвѣщенія возможность такой командировки.

Академикъ П. К. Коковцовъ читать:

«Къ заканчиваемому мною нынѣ печатаніемъ II тому моихъ изслѣдованій «Къ исторіи средневѣковой еврейской филологіи» я считалъ бы необходимымъ приложить два факсимиле важнѣйшихъ изъ открытыхъ мною въ теченіе ряда послѣднихъ лѣтъ и изданныхъ въ упомянутомъ томѣ рукописныхъ еврейско-арабскихъ текстовъ, а именно: 1) факсимиле одной страницы изъ Kitāb al-Istignā Самуила Нагīда въ рук. № 2896 II собранія Фирковича и 2) факсимиле одной страницы изъ рукописи нов. 169 того же собранія, содержащей новыя отрывки изъ Kitāb al-Muwāza'a Псаака Понъ-Баруна. Изготовленіе соответствующихъ фототипическихъ таблицъ, въ количествѣ 300 экземпляровъ каждая, по предварительной смѣтѣ, составленной для меня Художественной фототипіей А. Ф. Дресслера, обойдется приблизительно въ 50 рублей. Я имѣю честь просить Отдѣленіе ассигновать мнѣ эту сумму изъ средствъ, имѣющихся въ распоряженіи Академіи».

Положено разрѣшить, о чемъ сообщить академику П. К. Коковцову.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читать:

«По отпечатаніи моего «Доклада о научной дѣятельности нѣкоторыхъ губернскихъ ученыхъ архивныхъ комиссій по ихъ отчетамъ преимущественно за 1914 —

1914 г.» я считалъ бы полезнымъ разослать его: Министру Внутреннихъ Дѣлъ и Министру Торговли и Промышленности, а также Директору Петроградскаго Археологическаго Института и всѣмъ тѣмъ лицамъ, которыя поименованы въ IV главѣ вышеназваннаго доклада».

При этомъ академикъ О. Н. Успенскій указалъ, что послѣ введенія новаго Устава Губернскихъ Ученыхъ Архивныхъ Комиссій онѣ болѣе уже не доставляютъ своихъ отчетовъ Императорскому Археологическому Институту.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій указалъ на то, что по Высочайше утвержденному Положенію 1884 г. Комиссіи обязаны представлять свои отчеты Археологическому Институту.

При обсужденіи вопроса о Губернскихъ Ученыхъ Архивныхъ Комиссіяхъ былъ затронутъ и вопросъ объ охранѣ памятниковъ старины, при чемъ признано желательнымъ выяснить отношеніе Академіи къ подготавливаемому законопроекту.

Положено: 1) просить Постоянную Историческую Комиссію представить свои соображенія по этому предмету, 2) согласно просьбѣ академика А. С. Лаппо-Данилевскаго разослать его «Докладъ» указаннымъ имъ лицамъ, о чемъ сообщить въ Книжный Складъ для исполненія.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читалъ:

«Постоянная Историческая Комиссія проситъ академика О. Н. Успенскаго вступить въ число ея членовъ».

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ Н. К. Коковцовъ читалъ:

«Разсмотрѣвъ переданную мнѣ, по постановленію Отдѣленія, фотографію греко-финикійской bilingual, найденной на Родосѣ, я имѣю честь сообщить по этому предмету нижеслѣдующее:

«Сравнительно съ греческимъ текстомъ надписи, отъ котораго уцѣлѣли только послѣднія буквы двухъ строкъ,— я читаю Σ. ΜΑ въ предпослѣдней строкѣ и ΡΙΟΝ въ послѣдней,— финикійскій текстъ сохранился почти въ цѣлости. Онъ состоитъ изъ двухъ строкъ финикійскаго письма обычнаго сидонскаго типа, которыя читаются въ еврейской транскрипціи такъ:

בעלמלך בן מלכיתן
מקם אלם מתרח עשתרני בן [צר]

«Ба'алмилкъ сынъ Милкіатона,

..... бога, Астарт....., сына [Cūr]».

«Оставленный безъ перевода загадочный составной титулъ (*m-q-m elīm m-t-r-h aštar-n-j*), первая половина котораго (*m-q-m elīm*) встрѣчается также отдѣльно въ надписяхъ (C. I. S., I, №№ 227 и 262), извѣстенъ изъ другихъ, исключительно, впрочемъ, кароагенскихъ надписей (см. C. I. S., I, №№ 260 и 261, и Lidz-

barski, Ephemeris, II, стр. 172 сл.). Въ немъ ясно одно только слово *clim* «богъ» (pluralis въ значеніи singularis), и отчасти прозрачно слово *‘aštar-n-j*, въ которомъ скрывается какое-то производное отъ имени знаменитой финикійской богини. Этимологизуя, можно было бы, пожалуй, получить для всѣхъ четырехъ словъ смыслъ: «стапенишка божія, стапенишка Астарты». Чтò собственно означаютъ оба званія, остается пока, къ сожалѣнію, непонятнымъ. Въ карфагенскихъ надписяхъ они сопровождаютъ мѣстѣ, а первое и въ отдѣльности, имена высшихъ сановниковъ свѣтской и духовной іерархіи.

«По своему содержанію надпись принадлежитъ, повидному, къ ex-voto, которыми такъ изобилуетъ финикійская и въ особенности пуническая эпиграфика. Отъ шаблоннаго типа финикійскихъ ex-voto наша надпись отличается, впрочемъ, отсутствіемъ имени божества, которому посвящается приношеніе, и самой формулы посвященія (כ שבע קלא ברכא שש נדר). Такъ какъ, судя по словамъ А. Д. Калмыкова, доставившаго фотографію нашей надписи Академіи, она найдена была на предполагаемомъ мѣстѣ храма Зевса Атабирійскаго, то можно считать весьма вѣроятнымъ, что божествомъ, къ которому относится надпись Ба’алмилка, было соответствующее финикійское божество, поклонни почтавшееся на Атабирійской горѣ на Родосѣ, т. е. «владыка Табұра» (Ba’al Tabūr, или пожалуй вѣрнѣе, судя по греческой формѣ Ἀταβύριος, — Ba’al ha-Tabūr).

«По времени надпись можно было бы отнести къ III или II вѣку до Р. Х.

«Не сообщая по существу ничего безусловно новаго, наша надпись представляетъ тѣмъ не менѣе несомнѣнный интересъ и по своему происхожденію, какъ первая финикійская надпись, открытая на Родосѣ, и по употребленію въ ней своеобразныхъ званій, встрѣчавшихся пока только въ карфагенскихъ надписяхъ».

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ Н. Я. Марръ читалъ:

«Для начала регистраціонной археологической работы въ предѣлахъ древней армянской области Таронъ и вообще во вновь занятыхъ нами малоазійскихъ земляхъ въ направленіи «Мушъ—Битлицъ» командируемому нами старшему хранителю Археологическаго Отдѣла Кавказскаго Музея С. В. Теръ-Аветисьяну переведены мною ассигнованныя средства. Рукозодетвоваться ему предложено четырьмя первыми пунктами программы командировки его въ Ванскій округъ, предпринятой въ интересахъ сохраненія древностей халдекихъ съ клинообразными надписями, христіанскихъ армянскихъ и мусульманскихъ, съ присоединеніемъ къ этой программѣ двухъ новыхъ пунктовъ, пятого и шестого:

«V. Тщательная регистрація также возможныхъ въ новомъ районѣ остатковъ древнехристіанскаго и вообще христіанскаго строительства, въ частности и нешернаго, а также хетскихъ и иныхъ древневосточныхъ эпиграфическихъ или архитектурныхъ памятниковъ и соображеніе по нимъ свѣдѣній».

«VI. Приобрѣтеніе появляющихся въ продажѣ предметовъ древности халдекой, хетеккой, христіанской и мусульманской, а также рукописей христіанскихъ и мусульманскихъ на сумму въ предѣлахъ 2000 руб., испрашиваемыхъ Императорской Академіею Наукъ на сей предметъ».

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ П. Я. Марръ читалъ:

«Священникъ Арсеній Оліѣпъ письмомъ отъ 9 марта изъ Сваніи сообщаетъ о своей работѣ по записыванію сванскихъ текстовъ. Ведя записи непрерывно съ 1 октября прошлаго года, онъ имѣлъ возможность наблюдать поразительныя и для него, природнаго свана, выросшаго въ сванской средѣ, лексическія новости — большое количество новыхъ сванскихъ словъ и разнообразіе ихъ значеній. Въ связи съ этимъ, независимо отъ связанныхъ разсказовъ, памятишковъ сванской народнои словесности, онъ собралъ отдѣльныя слова съ фразами, въ которыхъ они встрѣчаются. Этотъ лексическій матеріалъ о. Арсеній предлагаетъ внести въ мой Сванскій словарь. Мнѣ кажется, что необходимо поддержать столь исключительнаго по ревности собирателя матеріаловъ сванскаго языка.

VII засѣданіе, 20 апрѣля 1916 года.

За Непремѣннаго Секретаря академикъ М. А. Дьяконовъ доложилъ, что 25 марта въ Кіевѣ на 78 году отъ рожденія скончался членъ-корреспондентъ по разряду историко-политическихъ наукъ (съ 29 декабря 1903 года) Михаилъ Флегонтовичъ Владимірекій-Будановъ.

Память покойнаго почтена вставаніемъ. Академикъ М. А. Дьяконовъ читалъ некрологъ покойнаго, который положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Секретарь Императорскаго Русскаго Географическаго Общества письмомъ отъ 4 апрѣля за № 1515 на имя Непремѣннаго Секретаря увѣдомилъ, что согласно постановленію Совѣта отъ 28 марта коллекцію тибетскихъ вещей, пожертвованную г. Дорджіевымъ Обществу, признано желательнымъ передать Этнографическому Музею Императорской Академіи Наукъ, и просилъ сдѣлать зависящее распоряженіе о приѣмѣ означенной коллекціи по представленному имъ списку.

Непремѣнный Секретарь доложилъ, что указанныя въ письмѣ вещи приняты Музеемъ Антропологій и Этнографіи и благодарность Совѣту Общества послана 14 апрѣля за № 796.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій представилъ Отдѣленію составленную подъ его наблюдениемъ А. П. Андреевымъ, С. П. Валкомъ, М. О. Злотниковымъ, В. Н. Куномъ и А. А. Шиловымъ работу: «Описаніе Сборни-

ковъ актовъ Троице-Сергіевой Лавры», вып. I, о которомъ академикъ А. С. Лаппо-Данплевскій уже докладывалъ Отдѣленію (II. 37), для напечатанія отдѣльнымъ изданіемъ, формата «Памятниковъ Русскаго Законодательства», въ числѣ 650 экземпляровъ.

Положено напечатать отдѣльнымъ изданіемъ.

Академикъ Н. Я. Марръ читалъ:

«Закончилась печатаніемъ наиболѣе для насъ нужная часть грузинской библиографіи, именно отдѣлы лингвистики, этнографіи, археологіи съ палеографіею и эпиграфикой, исторіи политической и церковной, народной словесности и древней литературы. Часть эта составлена къ статьямъ и матеріаламъ на грузинскомъ языкѣ спеціально въ грузинской періодической печати; предстоитъ исполнить часть такого же указателя къ грузинскимъ работамъ отдѣльными изданіями. Подобная же работа стоитъ на очереди для армянистическихъ трудовъ и статей на армянскомъ языкѣ. Bibliographia Caucasica et Transcaucasica Мянсарова (С.-Пб. 1874—1876), менѣе всего считающаяся съ научной литературой на мѣстныхъ языкахъ, помимо устарѣлости, мало используетъ періодическую печать. Bibliographie Arménienne, трудъ на армянскомъ языкѣ венеціанскихъ мхитаристовъ (Венеція, 1883), касается отдѣльных армянскихъ изданій. Объ армянистическихъ работахъ въ армянскихъ журналахъ (значительно менѣе о работахъ, помѣщенныхъ въ газетахъ) можно осведомляться въ историко-библиографическихъ обзорахъ армянской періодической печати, появлявшихся въ Вѣнѣ и на Кавказѣ въ связи съ ея столѣтіемъ въ 1894 году, какъ, напр., въ работѣ о. Григорія В. Галэмкяряяка — *Պատմություն հայ լրագրությունների և պարբերական մամուլի մեր ժամանակը* (т. I-й, Вѣна 1893). Касательно армянистическихъ работъ въ русскихъ журналахъ и газетахъ не существуетъ справочнаго труда. Потому я для начала дѣла нахожу полезнымъ и предлагаю издать какъ особую книгу тщательно составленный трудъ Манушакъ Богдановны Богданіанъ подъ заглавіемъ: «Армяне и Армения въ русской періодической печати XIX-го вѣка». Трудъ составленъ при содѣйствіи покойнаго Г. А. Эзова, дяди автора. Въ немъ журналы и газеты расположены въ алфавитномъ порядкѣ, статьи же, въ нихъ помѣщенные, приведены въ хронологическомъ порядкѣ по времени ихъ напечатанія. Всѣ статьи послѣдовательно перенумерованы, а въ приложенномъ оглавленіи журналовъ и газетъ указано, отъ котораго до котораго номера заключается статья въ томъ или другомъ изданіи. Для удобства пользованія приложенъ алфавитный указатель какъ собственныхъ именъ, упоминаемыхъ въ заголовкахъ статей, такъ и именъ авторовъ таковыхъ, при чемъ въ тѣхъ случаяхъ, когда статьи были подписаны нѣсколькими инициалами, онѣ вносятся по послѣднему. Уже это приложение въ извѣстной мѣрѣ возмѣщаетъ отсутствіе предметнаго указателя. Но имѣется еще указатель съ группировкой статей по предметамъ, какъ-то: армянскій вопросъ, армянская грамматика, исторія Арменіи, армянская литература, праздники, церковно-приходскія школы, надписи «арменія, арменія и клипо-

образныя», преданія, обычаи и т. п. Эта часть требует переработки и восполнения, но такой пересмотръ можетъ быть сдѣланъ по напечатаніи всей остальной части. Авторъ не скрываетъ, что въ трудѣ должны оказаться пробѣлы: многими изданіями нельзя было воспользоваться; «пробѣлы были неизбежны особенно потому, — пишетъ г-жа Богданіанъ, — что свѣдѣнія объ армянахъ и Армении находятся въ такихъ статьяхъ, по заглавіямъ которыхъ трудно предполагать въ нихъ эти свѣдѣнія, и потому отъ насъ они могли ускользнуть».

«Въ этотъ библиографическій трудъ вошли статьи, числомъ 2586, находящіяся въ 248 периодическихъ изданіяхъ.

«Исцелательно издать въ такомъ же форматѣ, какой принять для грузинской библиографіи, и въ томъ же числѣ экземпляровъ».

Положено напечатать трудъ г-жи Богданіанъ отдѣльнымъ изданіемъ въ форматѣ грузинской библиографіи въ числѣ 600 экземпляровъ.

Академикъ В. В. Бартольдъ представилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Запискахъ» Отдѣленія работу члена-корреспондента П. П. Веселовскаго «Ханъ изъ темниковъ Золотой Орды — Ногай и его время» (N. I. Veselovskij. Noghai, général de la Horde d'Or devenu khan, et son temps).

Положено напечатать въ «Запискахъ» Отдѣленія.

Директоръ Азіатскаго Музея читалъ:

«Нѣтъ чести довести, что за послѣднее время Азіатскій Музей обогатился слѣдующими приношеніями:

«а) Отъ Императорской Россійской Миссіи въ Пекинѣ (отношеніе отъ 24 февраля за № 290):

«Сборникъ историческихъ матеріаловъ по пренеходившимъ за послѣдніе годы въ Китаѣ политическимъ преобразованіямъ:

«1) За 1908 г. Конституціонныя мѣропріятія. — 2) За 1910 г. Подготовительныя мѣры къ конституціи и разнымъ реформамъ. — 3) За 1910 г. Конституціонная Палата и открытіе парламента. — 4) За 1910 г. Конституціонныя реформы и мѣропріятія. — 5) Палата представителей. — 6) Резолюція 1912 г. — 7) Революція въ Китаѣ. — 8) Внутренняя политика. — 9) 1910 г. Революціонное движеніе. — 10) Революція 1913 г. — 11) Революціонное движеніе 1914 г. Неурожаи и голодъ.

«Означенные матеріалы, состоящіе изъ сдѣланныхъ чинами драгоманата Миссіи газетныхъ вырѣзокъ и переводовъ изъ китайскихъ газетъ, занесены въ Инвентаръ за № 406 и слѣд.

«б) Отъ Индійскаго Правительства:

«1) Census of India. 1911. I. Reports. II. Tables. Calc. 1913 fol. 2) R. W. Russell. The tribes and castes of the Central Provinces of India. I—IV. London, 1916. (Инд. №№ 48 и 364).

«Кромѣ того пріобрѣтены у В. А. Иванова за уплаченные изъ аванса 54 руб. 10 мусульманскихъ рукописей и 10 пидійскихъ литографій, записанныя въ Инвентарь за №№ 23—42».

Положено принять къ свѣдѣнію и выразить глубокую благодарность Императорской Россійской Духовной Миссіи въ Некингъ за щедрый даръ.

Академикъ В. В. Радловъ доложилъ, что Министръ Народнаго Просвѣщенія утвердилъ командировку П. Ашмарина, о которой академикъ В. В. Радловъ ходатайствовалъ по постановленію Отдѣленія.

Положено принять къ свѣдѣнію.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читалъ:

«Въ средѣ Историческаго Общества при Петроградскомъ Университетѣ возникла мысль о желательности издать собраніе бумагъ, сочиненій и писемъ гр. М. М. Сперанскаго, частью еще напечатанныхъ, частью появившихся въ самыхъ разнообразныхъ изданіяхъ, далеко не всегда снабженныхъ, однако, научно-критическимъ аппаратомъ: Секція Русской Исторіи, въ засѣданіи своемъ 30 марта, избрала Комиссію для обсужденія плана и способовъ осуществленія такого изданія. Въ составъ Комиссіи вошли: П. А. Бычковъ, А. В. Васильевъ, князь П. В. Голицынъ, А. А. Корниловъ, баронъ С. А. Корфъ, А. С. Лаппо-Данилевскій, баронъ А. Э. Нольде, С. В. Рождественскій и В. П. Семеваскій. Комиссія, состоящая подъ предѣтельствомъ А. С. Лаппо-Данилевскаго, уже имѣла два засѣданія, на которыхъ она, согласно даннымъ ей полномочіямъ, кооптировала въ свой составъ еще барона Б. Э. Нольде и В. П. Строева, а также выяснила ходъ подготовительныхъ работъ, послѣ которыхъ возможно будетъ окончательно устатьвить планъ изданія. Комиссія полагаетъ, что прежде всего желательно было бы напечатать недавно найденную въ Государственномъ Архивѣ опись бумагъ М. М. Сперанскаго, составленную при его ссылкѣ въ 1812 г., и опись его бумагъ, произведенную послѣ его смерти въ 1839 г. и хранящую въ Императорской Публичной Библіотекѣ, а также приетунить къ составленію описи бумагъ гр. М. М. Сперанскаго, находящихся нынѣ въ разныхъ архивахъ, и бібліографическаго обзорѣнія изданныхъ его трудовъ и тѣхъ сочиненій (книгъ, статей и т. п.), которыя специально касаются его біографіи или дѣятельности.

«Въ виду того, что потребность въ научно-критическомъ изданіи собранія бумагъ, сочиненій и писемъ гр. М. М. Сперанскаго давно уже назрѣла, Комиссія, согласно даннымъ ей отъ Историческаго Общества при Петроградскомъ Университетѣ полномочіямъ, поручила мнѣ просить Императорскую Академію Наукъ, не сочтетъ ли она возможнымъ содѣйствовать осуществленію вышеназваннаго изданія, тѣмъ болѣе своевременнаго, что къ 1 января 1922 года наступитъ полусторолѣтній юбилей со дня рожденія М. М. Сперанскаго».

Положено оказать возможное содѣйствіе къ осуществленію предложеннаго изданія.

Академикъ О. Н. Успенскій представилъ въ даръ Академіи I томъ своего труда «Исторія Византійской Имперіи». С.-Петербургъ.

Вице-Президентъ выразилъ отъ имени Отдѣленія благодарность академику О. Н. Успенскому.

Положено книгу передать въ I Отдѣленіе Библіотеки.

Академикъ П. Я. Марръ читалъ:

«Археологическія работы по Аппіи приняла такой затяжной характеръ и стали такъ разнообразны, что, какъ легко будетъ видѣть по сданному уже въ печать отчету за прошлый годъ (съ XIV-й лѣтней кампаніею), можно думать, что ихъ ведетъ цѣлое учрежденіе съ постояннымъ кадромъ работниковъ. Въ извѣстной мѣрѣ это такъ и есть фактически. Существуетъ Аппійскій Музей древностей, и ежегодно работаютъ то старые, то вновь приглашаемые сотрудники, не только лѣтомъ на мѣстѣ, но и даже круглый годъ въ Петроградѣ, по разработкѣ добытыхъ матеріаловъ и вновь выдвигаемыхъ ими вопросовъ. Субсидія, отпускаемая Академіи Наукъ изъ государственнаго казначейства на аппійскія археологическія работы, въ цѣляхъ поддержать ихъ до момента учрежденія Кавказскаго Археологическаго Института, я предполагаю, можетъ въ суммѣ 600 руб. въ годъ расходоваться для нѣкотораго облегченія моего труда, становящагося чрезчуръ обременительнымъ, путемъ привлеченія постоянного помощника по аппійскимъ археологическимъ работамъ. Какъ на желательнаго помощника я могъ бы указать на доктора философіи Г. Н. Чубинова (*Doctor philosophiae et Al. LL. magistri*). Окончивъ въ 1905 году гимназическое отдѣленіе Училища при Реформатскихъ церквяхъ, съ лѣтнаго семестра 1907 года онъ былъ студентомъ философскаго факультета въ Лейпцигскомъ Университетѣ въ теченіе одиннадцати семестровъ. Рядомъ съ этнографіею онъ велъ свои занятія по исторіи искусства, слушая лекціи и участвуя въ семинаріяхъ по графикѣ, египетскому искусству, обзору эволюціи христіанскаго искусства до VIII вѣка и болѣе позднимъ западноевропейскимъ искусствамъ различныхъ эпохъ. Въ 1912 году по представленіи докторской диссертациі имъ сданы экзамены въ Галле по философіи и психологіи, по исторіи искусства и по землевѣдѣнію, главнымъ образомъ этнографіи. По возвращеніи на родину, въ Петроградъ, онъ сталъ изучать армянскій и грузинскій языки, продолжая заниматься искусствомъ у нашихъ специалистовъ, преимущественно у Я. И. Смирнова. Въ прошломъ году я привлекъ его на практическія занятія въ Аппіи, и онъ оказался полезнымъ сотрудникомъ и въ качествѣ работника по музею, и въ качествѣ исполнителя порученныхъ ему научныхъ наблюденій на мѣстѣ и специальныхъ мелкихъ изслѣдованій очередныхъ вопросовъ по кавказской археологіи въ Петроградѣ. Если предложеніе мое приемлемо, я просилъ бы Конференцію, разрѣшивъ мнѣ использовать 600 руб. въ годъ — изъ аппійской субсидіи въ 5000 руб. — для приглашенія въ помощники по тѣмъ же работамъ Г. Н. Чубинова.

Положено разрѣшить пригласить въ помощь академику П. Я. Марру Г. Н. Чубинова, о чемъ сообщить въ Правленіе для исполненія.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій доложилъ, что Пековская Губернская Архивная Комиссія избрала его своимъ почетнымъ членомъ.

Положено принять къ свѣдѣнію и сообщить въ Правленіе для внесенія въ формулярный о службѣ академика А. С. Лаппо-Данилевскаго списокъ.

VIII засѣданіе, 4 мая 1916 года.

За Непремѣннаго Секретаря академикъ М. А. Дьяконовъ доложилъ, что 15 апрѣля н. ст. скончался въ Парижѣ на 83 году отъ рожденія членъ-корреспондентъ Академіи по разряду восточной словесности (съ 29 декабря 1902 г.) Огюсть Барть (Auguste Barth).

Въ связи съ этимъ академикъ М. А. Дьяконовъ доложилъ письмо члена-корреспондента Э. Сенара отъ 19 апрѣля н. ст.:

«Au nom des amis de Monsieur Auguste Barth, j'ai la douleur, conformément aux instructions laissées par lui, de vous faire part de sa mort survenue le 15 de ce mois. Je suis certain que vous apprécierez l'étendue de nos regrets.

«Veuillez me croire, Monsieur, bien tristement à Vous.

Ernest Senart».

Память покойнаго почтена вставаніемъ.

Некрологъ покойнаго будетъ читать академикъ С. О. Ольденбургъ въ одномъ изъ слѣдующихъ засѣданій Отдѣленія.

Положено выразить соболѣзнованіе черезъ члена-корреспондента Э. Сенара.

Академикъ В. В. Бартольдъ доложилъ Отдѣленію для напечатанія въ «Извѣстіяхъ» Академіи свою статью «Греко-бактрійское государство и его распространеніе на сѣверо-востокъ» (V. V. Barthold. Le royaume grecque de la Bactriane et son extension du côté du nord-est).

Положено напечатать въ «Извѣстіяхъ» Академіи.

Академикъ А. С. Лаппо-Данилевскій читалъ:

«Въ виду предпринимаемаго Императорской Академіей Наукъ изданія Собранія трудовъ М. М. Сперанскаго, желательно было бы обратиться къ частнымъ лицамъ, имѣющимъ какія-либо письма, писанныя имъ или къ нему адресованныя, а также бумаги, касающіяся его дѣятельности, или же располагающимъ какими либо свѣдѣніями о таковыхъ, съ просьбою сообщить Академіи точныя указанія о мѣстѣ ихъ храненія и предоставить ей возможность снять надлежащія съ нихъ копии. Такое обращеніе слѣдовало бы напечатать, кромѣ «Извѣстій» Академіи, и въ другихъ изданіяхъ — главнѣйшихъ газетахъ и журналахъ».

Положено разрѣшить и послать соответствующія публикаціи въ главнѣйшія газеты и журналы.

Академикъ Н. Я. Марръ читалъ:

«Лѣтняя археологическая кампанія Ашійскаго Музея древностей откроется 1 іюня по данной мною программѣ. Основную очередную задачу, продолженіе регистраціи откопанныхъ архитектурныхъ и эпиграфическихъ памятниковъ, будетъ выполнять помощникъ мой по ашійскимъ работамъ докторъ философіи Г. Н. Чубиновъ. Къ нему техниками приглашены: для архитектурныхъ работъ — Н. М. Токаревскій, для фотографическихъ — Арт. А. Вруйръ; первому, въ частности, поручено производство обмѣровъ, изготовленіе чертежей и плановъ, начатыхъ описаніемъ въ прошломъ году многочисленныхъ ашійскихъ пещерныхъ помѣщеній, свыше пятидесяти комплексовъ. Работы будутъ начаты при мнѣ и приняты въ августѣ мною. Прошу выдать удостовѣреніе каждому изъ работниковъ и, сообщивъ губернатору Кареской области о составѣ сотрудниковъ, просить его объ оказаніи содѣйствія по примѣру прежнихъ лѣтъ и нынѣшней 13-й ашійской археологической кампаніи».

Положено выдать удостовѣренія отъ Академіи Г. Н. Чубинову, Н. М. Токаревскому и А. А. Вруйру и сдѣлать соответствующее сношеніе съ Карескимъ губернаторомъ.

Академикъ В. В. Бартольдъ читалъ:

«Прошу Отдѣленіе командировать меня на лѣтнее вакаціонное время текущаго года до 1 сентября въ Туркестанъ: 1) для ознакомленія съ нѣкоторыми изъ собраній рукописей, существованіе которыхъ сдѣлалось извѣстнымъ въ послѣдніе годы, 2) для возобновленія научныхъ связей, выясненія общихъ условій научной работы въ Туркестанскомъ краѣ и тѣхъ конкретныхъ научныхъ задачъ, которыя могли бы быть поставлены въ настоящее время.

«Въ случаѣ согласія Отдѣленія прошу выдать мнѣ свидѣтельство о командировкѣ до подписанія протокола».

Положено командировать академика В. В. Бартольда, выдать ему удостовѣреніе до подписанія протокола и сообщить въ Правленіе для свѣдѣнія.

Приложение къ протоколу VIII засѣданія Отдѣленія Историческихъ наукъ и Филологій
Императорской Академіи Наукъ 4 мая 1916 года.

Списокъ фотографій халдскихъ, христіанскихъ и мусульманскихъ древностей Ванскаго округа.

Изъ зимней (1915—1916) экспедиціи старшаго хранителя Археологическаго Отдѣла Кавказскаго Музея—С. В. Теръ-Аветисьяна, командированнаго Императорскою Академіею Наукъ въ Ванскій округъ для принятія мѣръ охраны и производства регистраціонныхъ археологическихъ работъ¹.

1. Хой. Городекая стѣна со рвомъ по сѣверо-западной сторонѣ города. б.
2. Ванъ. Церковь Норашень. (Съ южной стороны). б.
3. » Церковь Норашень. (Внутренній видъ). б.
4. » Церковь Арауцъ. (Внутренній видъ съ запада). б.
5. Востанъ. Мечеть. (Внутренній видъ съ сѣверной стороны). б.
6. » Мечеть. (Общій видъ съ сѣверо-запада). б.
7. » Мечеть. Главная дверь съ надписью (западная сторона). б.
8. » Мавзолей. (Общій видъ съ сѣверо-запада). б.
9. » Мавзолей. (Съ востока). б.
10. » Мавзолей. (Съ запада). б.
11. » Монастырь Чагадъ сурѳ-Пишанъ. (Общій видъ съ сѣверо-запада). б.
12. » Чагадъ сурѳ-Пишанъ съ горой Ардосомъ и монастырскими постройками. (Видъ съ сѣверо-запада). б.
13. » Монастырь св. Богородицы, называемый Цоваһаяцъ. (Сѣверный фасадъ). б.
14. » Цоваһаяцъ. (Общій видъ съ сѣверо-востока). б.
15. Ахтамаръ. Домъ католика на берегу. (Внутренность домово́й церкви послѣ погрома). б.

¹ Сокращенія указываютъ: б = большой размѣръ (18×24), м = малый размѣръ (13×18). Номера, не снабженные этими помѣтками, не имѣютъ соответственныхъ указавій и въ списокѣ, присланномъ безъ сопровождающаго объяснительнаго письма.

16. **Артамедъ.** Клинопись на большомъ камнѣ, второмъ въ порядкѣ нахожденія отъ озера. б.
17. » Стѣны канала Шампрама (Семпсамиды). (Съ сѣверной стороны). б.
18. » Пещеры-дома халдской эпохи въ екатѣ. (Съ сѣвера). м.
19. » Клинопись около тунеля для дождевой воды. м.
20. **Деревня Аихзе.** Церковь. (Наружный видъ). м.
21. **Селеніе Цвстанъ,** въ 12 верстахъ отъ Вана. Клинопись на каменной ступѣ.
(1-я половинна). м.
22. » » Клинопись на каменной ступѣ въ курдской части. (II-я половина). м.
23. **Ванъ.** Церковь св. «Тирамайръ». (Общій видъ церкви и придела послѣ разрушенія, съ запада). м.
24. » Церковь св. «Тирамайръ». (Западный фасадъ). м.
25. » Церковь св. Вардана. (Алтарная часть съ иконостасомъ). м.
26. » Церковь св. Погоса. (Внутренній видъ иконостаса). б.
27. » «Сурб-Погосъ». (Крестный камень въ южной стѣнѣ). м.
28. » «Сурб-Погосъ». (Клинопись на двухъ камняхъ въ нижней части западной стѣны). м.
29. » Церковь св. Петра. (Армянская надпись). м.
30. » Церковь св. Петра. (Внутренній общій видъ съ сѣвера). м.
31. » Мечеть «Хуршии-джами». (Общій видъ).
32. » Мечеть «Хуршии-джами». (Внутренній видъ). б.
33. » Мечеть «Хуршии-джами». (Видъ наружной колонны съ сѣвера). б.
34. » Мавзолей мечети «Хосров-Паша». (Надпись съ сѣверо-востока). м.
35. » Мавзолей мечети «Хосров-Паша». (Общій видъ съ сѣвера). м.
36. » Мечеть «Хуршии-джами». (Пиша съ рѣзбой въ южной стѣнѣ — қибла). м.
37. » Мечеть «Хосров-джами». (Надпись надъ дверью). м.
38. » Постройки въ оградѣ мечети «Хосров-джами». (Съ южной стороны). м.
39. » Мечеть «Топчи-джами». (Общій видъ съ сѣверо-восточной стороны). б.
40. » «Улу-джами», новая мечеть. (Общій видъ съ сѣверо-запада). б.
41. » «Улу-джами», старая мечеть. (Юго-восточный уголъ). м.
42. » Надпись на двери новой мечети «Улу-джами» надъ окномъ. м.
- 43[а]. **Ванъ.** Надпись надъ дверью мечети [какой? той же?]. м.
- 43[б]. » Церковь св. Петра. Клинопись надъ дверью придела правой стороны.
44. **Ванъ.** Церковь св. Саака. Клинопись передъ алтаремъ. б.
- 45—48. **Ванъ.** Церковь св. Саака. Клинопись въ приделѣ церкви на четырехъ сторонахъ отдѣльнаго камня.
49. **Ванъ.** Старый городъ. Домъ Терзлбашяна. Клинопись передъ домомъ.
50. » «Востанъ капучи». б.
51. » Мечеть «Кая-Челеби». (Общій видъ съ юга).
- 52, 53. **Ванъ.** Церковь св. Петра. Клинопись.

54. Ванъ. Мечеть «Хосров». Клинопись на обратной сторонѣ большого крестнаго камня.
55. Ванъ. Мечеть «Хосров-джами». Клинописный памятникъ, обращенный въ крестный камень съ армянской надписью.
56. » Мечеть «Хосров-джами». Крестный камень съ армянской надписью 780-го года арм. лѣтосчисления (1331 г. по Р. Х.).
- 57—59. Ванская крѣпость. Панорама — южная сторона крѣпостной скалы, отъ западнаго края до восточнаго.
60. Ванская крѣпость. Восточный край крѣпостной скалы. (Сѣверная сторона крѣпости).
- 61—63. Ванская крѣпость. Панорама. (Сѣверная сторона).
- 64а—64б. » » Подробности части сѣверной стѣны, захваченной снимкомъ № 61, съ планами жертвоприношенія. (Съ близкаго разстоянія).
65. Ванская крѣпость. Подробности части сѣверной стѣны, захваченной снимкомъ № 63, съ выступомъ крѣпостныхъ стѣнъ по склонамъ скалы до равнины. (Съ близкаго разстоянія).
66. » » Выступы скалъ съ остаткомъ халдекой стѣны, что на снимкѣ № 63. (Изъ панорамы).
67. » » Часть панорамы, соответствующая снимку № 62. (Съ близкаго разстоянія).
68. » » Подробности части стѣны, захваченной снимкомъ № 62. (Видъ съ сѣверо-запада).
69. » » Древнее халдекое сооруженіе «Камни Шампрама» (*Šudhruddur šurhur*) на сѣверо-западномъ углу крѣпостной скалы.
- 70—71. Ванская крѣпость. Клинопись на западной стѣнѣ сооруженія, именуемаго «Камни Шампрама».
- 72—74. » » Клинопись въ шивѣ въ центрѣ сѣверной панорамы крѣпостной скалы. (См. № 62).
- 75а—75б. Ванская крѣпость. Клинопись въ шивѣ жертвоприношеній (*qurruw*).
76. Ванская крѣпость. Крѣпостныя главные ворота. (См. № 63).
77. » » Высокая башня, подъ которой помѣщаются крѣпостныя главные ворота (см. № 76) и дорога въ промежуткѣ стѣнъ на верхнюю площадь крѣпости.
78. » » Высокая башня надъ крѣпостными воротами.
79. » » Верхняя площадь съ мечетью и казармами. (Видъ съ восточной стороны).
80. » » Халдскія стѣны на восточномъ концѣ верхней части крѣпости.
81. » » Взорванный арсеналъ (пороховой погребокъ и оружія) на восточномъ концѣ верхней площади крѣпости.
82. » » Обширная надпись въ центрѣ южной стороны крѣпостной скалы, на высотѣ около 50 сажень.

83. Ванъ. Пергаментная рп. ц. св. Вардана. Собственноручная запись вардапета Ванакаана.
84. » Рп. ц. св. Вардана. Заставка Евангелія отъ Матоея.
85. » Рп. ц. св. Вардана. Заставка Евангелія отъ Марка.
86. » Пергаментная рп. ц. св. Вардана. Заставка Евангелія отъ Луки.
87. » Пергаментная рп. ц. св. Вардана. Заставка Евангелія отъ Іоанна.
88. » Зим-зимъ маѳара, въ Топрах-калэ. Выходъ лѣстицы и скалы съ лѣстицами на восточной сторонѣ пещеры.
89. » Топрах-калэ съ юго-запада. Вершина горы съ остатками раскопокъ Belck'a.
- 90 а—90 б. Ванъ. Дверь Мыхера или Чобан-Капуен съ клинописью.
91. Ванъ. Дверь Мыхера или Чобан-Капуен. (Общій съ юга видъ скалы съ надписью).
92. Варагъ. Монастырь. (Общій видъ вѣхъ церквей съ юго-запада).
93. » Дверь снаружи въ придѣлѣ монастыря съ армянской надписью.
94. » Дверь въ церковь съ изображеніемъ Божіей Матери и перламутровая половина двери. (Снимокъ сдѣланъ въ придѣлѣ).
95. » Клинопись на жертвенникѣ (*ghul'-pur*).
96. » Клинопись надъ дверью ризницы (*ḡiḡiqurwī*).
- 97 а, 97 б. Варагъ. 4 клинописи внутри ризницы (*ḡiḡiqurwī*).
- 98, 99. Варагъ. Клинопись на кругломъ камнѣ внутри ризницы (*ḡiḡiqurwī*).
100. Варагъ. Клинопись на длинномъ камнѣ. (Обратная сторона этого камня съ клинописью и съ однимъ вырѣзаннымъ большимъ крестомъ — на снимкѣ № 97).
101. » Нернова [sic] халдекой эпохи.
(Примѣч. Вѣхъ клинописи (№№ 95—104) привезены Айрикомъ изъ развалинъ ц. *ḡurwīphūr* на восточной сторонѣ Вана).
102. » Армянская надпись на западной стѣнѣ разрушенной церкви.
103. » Орѣховая дверь рѣзной работы въ церкви, чтѣ на югѣ отъ главной церкви.
104. Монастырь Кармраворъ на западномъ склонѣ горы Варагъ. (Общій видъ съ юга).
105. » » Клинопись на стѣнѣ, черезъ которую лѣстница ведетъ въ церковь.
106. » » Маленькая клинопись въ западной стѣнѣ двухъ-этажнаго дома.
- 107 а, 107 б. Ванъ. Видъ города съ крѣпостію скалы.
108. Ахтамаръ. Монастырь. (Общій видъ съ юга).
109. » Западная половина южной стѣны церкви.
110. » Восточная половина южной стѣны церкви.
- 111—120. Ахтамаръ. Южная стѣна монастыря въ деталяхъ.

121. Ахтамаръ. Восточная стѣна.
- 122—125. Ахтамаръ. Восточная стѣна монастыря въ деталяхъ.
126. Ахтамаръ. Сѣверная стѣна.
127. » Восточная половина сѣверной стѣны.
128. » Западная половина сѣверной стѣны.
- 129—136, 139. Ахтамаръ. Сѣверная стѣна въ деталяхъ.
137. Ахтамаръ. Западная стѣна. (Общій видъ).
138. » Западная стѣна. Царь Гагикъ и Спаситель.
139. » См. 129 и сл.
140. » Алтарь.
141. » Царское мѣсто внутри церкви.
142. » Дверь ц. Спасителя (*ṡṛ φṛḷḥḥ*).
143. » Дверь церкви придела Спасителя.
144. » Куполь церкви. (Видъ съ юго-запада).
145. » Куполь церкви. (Видъ съ востока).
146. » Куполь церкви. (Видъ съ сѣвера).
147. » Фризъ южной стѣны церкви.
148. » Фризъ западной стѣны церкви.
149. » Восточная стѣна притвора (*qunḥḷḍ*) съ надписями.
150. » Фризъ и надпись на южной стѣнѣ церкви.
151. » Надпись на западной стѣнѣ надъ дверью притвора (*qunḥḷḍ*).
152. » Надпись на южной стѣнѣ надъ дверью притвора (*qunḥḷḍ*).
153. » Надпись надъ дверью церкви Спасителя (*ṡṛ φṛḷḥḥ*).
- 154—156. Ахтамаръ. Клинописи въ одной изъ разрушенныхъ комнатъ помѣщеніи католикоса (*qḷḅḥurwḥ*).
- 157, 158. Ахтамаръ. Крестный камень и надпись на боковой его сторонѣ на могилѣ католикоса Захаріи, замученнаго въ Востаніи.
159. Ахтамаръ. Крестный камень на могилѣ католикоса Захаріи (ср. № 158).
160. » Крестный камень.
161. » Памятники на могилахъ Ахтамарскихъ католикосовъ.
162. » Монастырь. (Общій видъ).
- 163, 164. Ахтамаръ. Островокъ Тамары съ часовней и часть озера и скалы большого острова.
165. Ахтамаръ. Озеро Ванъ и гора Ардосъ. (Видъ съ острова Ахтамара).
166. » Адамъ и Ева. (Рельефъ на сѣверной стѣнѣ ц.).
- 167, 168. Ахтамаръ. Корабль Юны. (Рельефъ на южной стѣнѣ ц.).
- 169, 170. » Фризъ и куполь. (Видъ съ восточной стороны).
- 171—175. Ванъ. «Исторія Александра Великаго», пергаментная рукопись.
- 176, 177. » Евангеліе, пергаментная рукопись церкви св. Вардана. Запись.
- 178—191. » Евангеліе, рукопись 866 года (1417 по Р. Хр.), на бумагѣ, одной изъ церквей стараго города.

- 192—197. Евангеліе, на пергаментѣ круглымъ письмомъ 944 года (1495 по Р. Хр.), написано въ Нораваикѣ въ Вайоц-дзорѣ.
- 198—202. Варагъ. Евангеліе Варагскаго монастыря, написано въ 746 году (1297 по Р. Хр.) иѣкимъ Симеономъ въ Арджешѣ.
- 203, 204. Цвстанъ. Иллионисъ на трапезѣ въ церкви. Круглая надпись снята на двухъ негативахъ, на каждомъ по половинѣ.
205. Ванъ. Скалы Акырпи и Мыхеръ. (Общій видъ).
206. Варагъ. Гора. (Общій видъ съ сѣверо-запада).
207. Ванское озеро. Фелюга, на которой ѣздили въ Ахтамаръ послѣ бури у Ахтамара.
208. Ванская крѣпость. (Общій видъ южной ея стороны — съ дальняго разстоянія).
209. » » (Общій видъ южной ея стороны — съ близкаго разстоянія).
210. » » (Общій видъ сѣверной ея стороны — съ дальняго разстоянія).
- 211а, 211б. Ванъ. Церковь Ап-куйенеръ. Водосвѣтіе въ присутствіи Ванскаго отряда 6 января 1916 года.
-

Греко-бактрійское государство и его распро- страненіе на сѣверо-востокъ.

В. В. Бартольда.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Историческихъ Наукъ и Филологіи 4 мая 1916 г.).

Приведенныя въ географіи Страбона (§ 516) слова Аполлодора артамитскаго (I в. до Р. Хр.)¹ о распространѣніи власти греко-бактрійскихъ царей «даже до серовъ и фауновъ»² обыкновенно толкуются въ томъ смыслѣ, что эти цари, помимо своихъ завоеваній въ Индіи, расширяли предѣлы своего государства также въ Средней Азіи, по направленію къ сѣверо-востоку. Было высказано мнѣніе, что бактрійскіе цари придавали значеніе торговому пути въ Китай черезъ бассейнъ Тарима, старались вступить въ сношенія съ китайцами и обезопасить этотъ торговый путь отъ кочевниковъ-хунновъ³. Одинъ изъ современныхъ ученыхъ полагаетъ, что бактрійскіе цари старались вознаградить себя въ Средней Азіи за области, утраченныя въ войнѣ съ парянами, и что послѣдовавшее въ томъ же II в. до Р. Хр. завоеваніе Бактрии кочевниками было только отвѣтомъ на завоевательныя стремленія самихъ бактрійскихъ царей⁴. Утверждаютъ также, будто китайцы въ Ферганѣ застали слѣды вліянія если не греческой государственности, то греческой культуры; китайское слово *пу-тао* «виноградъ» (съ виноградарствомъ и винодѣліемъ китайцы впервые ознакомились въ Ферганѣ) сближаютъ съ греческимъ *βέτρος*; отсюда былъ сдѣланъ выводъ, что виноградарство было принесено въ Фергану греками⁵.

¹ Ср. A. Behr, *De Apollodori Artamiteui reliquis atque aetate* (diss.), Argentorati 1888, p. 4 f.

² Извѣстно, что вмѣсто *Φαύων* печатнаго текста въ рукописяхъ стоитъ *Φαόνων*; ср. факсимиле двухъ рукописей Bibl. Nationale у K. Nemäti, *Die historisch-geographischen Beweise der Hiong-nu = Hun Identität*, Budap. Mai 1910, S. 13.

³ A. v. Gutschmid, *Geschichte Irans*, S. 44; это мнѣніе признаетъ правдоподобнымъ и A. Behr, *Diss.*, S. 43.

⁴ J. Marquart, *Erānšahr*, S. 207.

⁵ A. v. Gutschmid, *op. cit.*, S. 64. F. Hirth, *Zur Kulturgeschichte der Chinesen* (Sonderabdr. aus der Beil. zur Allg. Zeit. № 147 u. 148), München 1898, S. 15 f.; изъ русскихъ синологовъ П. П. Шмидтъ въ Изв. Вост. Инст. т. II, вып. 4, стр. 400; Опытъ Мандаринской грамматики, стр. 42.

Сопоставленіе греческихъ извѣстій съ китайскими приводитъ къ противоположнымъ выводамъ: 1) торговаго пути черезъ бассейнъ Тарима до наденія греко-бактрійскаго государства не было, и китайскіе товары привозились въ Индію, откуда они иногда проникали въ Среднюю Азію; 2) Фергана не находилась подъ вліяніемъ греческой культуры, и среднеазиатское винодѣліе возникло до греческаго завоеванія и независимо отъ него.

Изъ труда Страбона (§ 693) видно, что греки ознакомились съ шелкомъ еще въ эпоху Александра, но не въ Средней Азіи, а въ Индіи; Страбонъ приводитъ слова Неарха о тканн, выдѣлываемой изъ листьевъ, какъ греки еще долгое время спустя представляли себѣ происхожденіе шелка¹.

Въ 20-хъ годахъ II в. до Р. Хр. Чжань-цянъ видѣлъ въ Бактріи китайскіе товары (бамбуковые посохи и холсты), но и эти товары были привезены изъ Индіи², съ которой Бактрія при греческихъ царяхъ вообще имѣла болѣе оживленныя сношенія, чѣмъ до Александра; уже въ концѣ III в. до Р. Хр., до завоеваній Димитрія, въ Бактріи были индійскіе боевые слоны³, которые въ разсказахъ о дѣйствіяхъ Александра въ Бактріи и Согдіанѣ не упоминаются. Ферганцы до Чжань-цяня слышали о богатствахъ Китая, но сношеній съ нимъ не имѣли⁴.

Несмотря на близкое сосѣдство съ мѣстностями, завоеванными еще Александромъ, Фергана такъ мало находилась подъ вліяніемъ греческой культуры, что искусство выдѣлывать посуду изъ золота и серебра и оружіе изъ желѣза было принесено туда только китайцами⁵. Если бы Фергана когда либо принадлежала греко-бактрійскимъ царямъ, то это врядъ-ли было бы возможно.

Сближеніе словъ *ну-тао* и *βότρυς*, крайне сомнительное въ лингвистическомъ отношеніи, не оправдывается и историческими данными. Среди правскихъ терминовъ виноградарства и винодѣлія нѣтъ ни одного слова греческаго происхожденія; сами греки не только не говорятъ о распространеніи винодѣлія подъ греческимъ вліяніемъ, но описываютъ мѣстные сорта

¹ Ср. М. Хвостовъ, Исторія вост. торговли греко-римскаго Египта, Казань 1907, стр. 149.

² Ши-цзи въ перев. о. Такинова, Собр. свѣдѣній о народахъ, обитавшихъ въ Ср. Азіи въ древнія времена, III, 9 сл. Fr. Hirth, Zur Kulturgeschichte, S. 11.

³ Ср. разсказъ Полибія (XI, 34) о переговорахъ 206 г., A. v. Gutschmid, Geschichte Italiens, S. 38.

⁴ Такиновъ, Собр. свѣд., III, 2 (изъ Ши-цзи).

⁵ Ibid. III, 61 (изъ «Исторіи старш. дома Хавъ»).

винограда и мѣстные способы храненія вина, какъ повья для грековъ черты мѣстной культуры. Замѣчательно, что греки на Герярудѣ и китайцы въ Ферганѣ обратили вниманіе на одну и ту же подробность — на продолжительность храненія вина¹.

Если даже Фергана оставалась внѣ вліянія греческой культуры, то и о какомъ распространеніи греческаго владычества за предѣлы областей, завоеванныхъ еще Александромъ, очевидно, не можетъ быть рѣчи.

Разсказъ Поливія (XI, 34, 5) о переговорахъ между Евпидемомъ и Антиохомъ Великимъ (206 г.) показываетъ, что греко-бактрійскіе цари видѣли свою задачу въ Средней Азіи исключительно въ оборонѣ культурныхъ земель отъ кочевниковъ; ихъ завоевательныя стремленія, какъ въ послѣдствіи завоевательныя стремленія индо-скипскихъ царей, были направлены исключительно въ сторону Индіи. Слова Аполлодора о распространеніи ихъ власти до серовъ и фауновъ относятся, слѣдовательно, къ индійскимъ народамъ Димитрія и Менандра, о которыхъ говорится въ той же цитатѣ; Аполлдоръ хотѣлъ сказать, что Димитрій и Менандръ распространили греческое господство въ Индіи до ея восточныхъ и сѣверныхъ предѣловъ.

Такое пониманіе текста не находится въ противорѣчіи съ географическими представленіями грековъ. О «серахъ», какъ народѣ, выдѣлявавшимъ шелкъ, греки впервые узнали въ Индіи, и долгое время для нихъ представленіе о серахъ было связано съ представленіемъ объ индійцахъ; еще Страбонъ (§ 702) причисляетъ серовъ къ индійскимъ народамъ, жившимъ за Гипанисомъ (Сетледжомъ). Еще менѣе ясно было представленіе о границахъ между Индіей и Средней Азіей; Страбонъ (§ 513) приводитъ слова Эратосфена, по которымъ Бактрія граничила съ Индіей только на небольшомъ пространствѣ, области согдійцевъ и саковъ (саковъ отдѣляла отъ согдійцевъ Сыръ-дарья) — всѣми своими предѣлами. Гдѣ Аполлдоръ помѣщалъ «фауновъ», которыхъ теперь едва ли не всѣ послѣдователи отождествляютъ съ хуннами, и какъ онъ представлялъ себѣ границы между областью этого народа и областями индійскими и скипскими, неизвѣстно. Плиній (VI, 20), перечисляя народы въ порядкѣ съ востока на западъ,

¹ Ср. текстъ Страбона (§ 516) καὶ γὰρ εἰς τριγώνιον περικείμεναι ἐν ἡπείρω τοῖς ἔχουσιν слова Шин-цзи (Лакинотъ, III, 22): «Старое вино нѣсколько десятковъ лѣтъ стоитъ безъ порчи». Винодѣліе въ Ферганѣ въ послѣдствіи было уничтожено исламомъ; виноградарство сохранилось до сихъ поръ, но не получило большого развитія и, повидимому, не имѣетъ будущности. По официальнымъ «Обзорамъ Ферганской области» въ Ферганѣ подъ виноградниками было въ 1897 г. 7327 дес., въ 1911 г. — всего 6339, причѣмъ больше всего (2770) въ Наманганскомъ уѣздѣ, гдѣ находится и первоначальная столица ферганскихъ правителей, Касанъ.

послѣ серовъ называется сначала фуновъ (фауновъ), потомъ тохаровъ, потомъ каспровъ, которые причисляются у него къ индійцамъ, хотя и жили въ сторону Скиѳіи. Тохары упоминаются и у Аполлidora среди завоевателей греко-бактрійскаго царства, вторгнувшихся въ это царство со стороны Сыръ-дарьи¹. Если и Аполлдоръ помѣщаетъ фауновъ къ востоку отъ тохаровъ, то представленіе объ этихъ народахъ, какъ сѣверныхъ сосѣдяхъ Индіи, не вполне противорѣчитъ дѣйствительности. Часть юечжійцевъ или тохаровъ², такъ называемые «малые юечжійцы» остались въ мѣстности къ востоку отъ Хотана, гдѣ Сюань-цзанъ еще въ VII в. видѣлъ развалины тохарскихъ городовъ; сюда же распространялась власть хунновъ, которыми на пути изъ Китая къ Хотану былъ захваченъ китайскій посолъ Чжань-цянъ³.

Представленіе о странѣ серовъ и ея отношеніи къ Индіи постепенно должно было измѣниться подъ вліяніемъ открытаго въ концѣ II в. до Р. Хр. мірового торговаго пути изъ восточной Азіи въ западную, когда этимъ путемъ направился вывозъ изъ Китая шелка. О торговлѣ шелкомъ еще не упоминается въ исторіи старшаго дома Хань и говорится только въ исторіи младшаго дома Хавъ, воцарившагося въ 25 г. по Р. Хр.⁴. Выгодами торговли воспользовалось государство Арсакидовъ; Митридатъ II Великій (123—87) былъ первымъ государемъ въ міровой исторіи, отправлявшимъ посольства и на крайній востокъ, и на крайній западъ Азіи, въ Китай⁵ и въ римскую республику⁶; но только «Исторія младшихъ Хань» говоритъ о роли пароянъ, какъ посредниковъ въ торговлѣ шелкомъ: парояне, «желая одни снабжать Да-цинь (римскую имперію) шелковыми тканями, не пропускали дацзинцевъ черезъ свои предѣлы въ Китай»⁷. По тому же источнику «посольство» (такъ китайцы, какъ извѣстно, называли и торговые караваны) изъ страны

¹ Страбонъ, § 511; о принадлежности этого извѣстія Аполлidorу (черезъ Посидонія родосскаго) A. Behr, Diss., p. 19.

² Ср. статьи бар. А. А. Сталя-фонъ-Гольштейна въ JRAS 1914, Jav., p. 79 sq. и въ SB Berl. 1914, XXI, 613 f.

³ Ши-цзи; Иакинъ, Собр. свѣд., III, 2 и 10. О томъ, что Чжань-цянъ могъ проѣхать только южнымъ путемъ, еще A. Hergmann, Die alten Seidenstrassen zwischen China und Syrien, I, 116.

⁴ О шелководствѣ въ Китаѣ см. также F. Hirth, China and the Roman Orient, p. 225 sq.; A. Hergmann, Seidenstrassen, S. 3 f.

⁵ Объ этомъ посольствѣ Ши-цзи, перев. Иакина, Собр. свѣд., III, 20; Hirth, China, p. 35.

⁶ Встрѣча пароянскаго посольства съ Суллой въ 92 г. до Р. Хр. въ Каппадокіи описывалась много разъ (первоисточникъ—Плутархъ, Сулла, гл. 5), напр. J. H. Schneiderwirth, Die Parther... nach griechisch-römischen Quellen, Heilig. 1874, S. 42 f.; A. v. Gutschmid, Gesch. Irans, S. 80.

⁷ Иакинъ, Собр. свѣд., III, 117. Fr. Hirth, China und the R. Or., p. 42.

Да-цинь впервые прибыло въ Китайъ въ 166 г. по Р. Хр., притомъ морскимъ путемъ. Классическая литература сохранила намъ извѣстіе о путешествіи римскихъ торговцевъ въ Китайъ въ болѣе раннюю эпоху, притомъ черезъ Среднюю Азію; извѣстно, что Маринъ тирскій (около середины II в. по Р. Хр.) имѣлъ въ рукахъ записку македонскаго купца Маэса, носившаго также латинское имя Titianus, о пути въ страну серовъ, составленную со словъ посланныхъ имъ людей, будто бы совершившихъ это путешествіе¹. Трудно, однако, допустить, чтобы прибытіе каравана изъ страны Да-цинь не было отмѣчено въ «Исторіи младшихъ Хань»; очень вѣроятно, что посланные Маэсомъ люди выдали за результатъ дѣйствительно совершеннаго путешествія разспросенныя свѣдѣнія, собранныя ими у паровъ. Въ трудѣ Птолемея, единственномъ дошедшемъ до насъ сочиненіи, гдѣ использована записка Маэса², о странѣ къ востоку отъ Памира сообщенныя крайне смутныя свѣдѣнія; ни одного географическаго названія не удастся приурочить къ определенной мѣстности, если руководиться современными запискѣ китайскими источниками и не прибѣгать къ такимъ ненаучнымъ приемамъ, какъ сближеніе Авксакіи или Авзакіи съ Аксу, ойхардовъ съ уйгурами.

«Посольство» 166 г. часто приводили въ связь съ военными событіями 162—166 гг., закрывшими для римскихъ купцовъ сухопутную дорогу въ Китай³. Между тѣмъ купцы привезли въ Китайъ только индійскіе товары — слоновыя зубы, носороговыя рога и черепашины — и ни одного изъ тѣхъ товаровъ, которые обыкновенно привозились изъ страны Да-цинь⁴. Изъ этого можно заключить, что купцы при отъѣздѣ изъ областей Римской имперіи еще не думали о путешествіи въ Китайъ и только въ Индіи воспользовались какимъ то неожиданно представившимся имъ случаемъ для такого путешествія.

Предположенія о сознательномъ стремленіи римскихъ купцовъ получать шелкъ непосредственно отъ китайцевъ, такимъ образомъ, столь же мало доказательны, какъ предположенія о политикѣ греко-бактрійскихъ царей. И безъ непосредственныхъ сношеній въ Римскую имперію не могли не проникать свѣдѣнія о караванномъ пути въ страну, откуда происходилъ шелкъ; но старыя географическія представленія не могли быть вполне вытѣснены новыми; несмотря на свѣдѣнія о караванномъ пути въ страну серовъ изъ

¹ Георг. Птолемей, I, II, 7.

² Птолемей вынесъ впечатлѣніе, что Маринъ и самъ не вѣрилъ рассказамъ купцовъ (ibid.: εἰς αὐτὸ καὶ αὐτὸς ἀπιστεῖν τῆς τοῦ ἐμπροσθεν ἱστορίας).

³ Gutschmid, Gesch. Irans, S. 150. Hirth, China and the R. O., p. 173 sq.; Zur Kulturg. der Chinesen, S. 21 f.

⁴ Ср. Гакинъ. Собр. свѣд., III, 117 и 120.

Бактрін и Согдіаны, несмотря на опубликованную Маршомъ и Птолемеемъ записку Маэса мы въ античной литературѣ, какъ научной, такъ и популярной, отъ вѣка Августа до вѣка Юстиніана видимъ много примѣровъ, что серовъ по прежнему представляли себѣ рядомъ съ индійцами. Гораций называетъ серовъ вмѣстѣ съ индійцами (Сарм. I, 12, 56), хотя въ другихъ мѣстахъ (Сарм. III, 29, 27 и IV, 15, 23) упоминаетъ о нихъ рядомъ съ Бактрами, Танаисомъ и персами. Діонисій Періегетъ, писавшій, какъ полагаютъ теперь¹, въ эпоху Адріана (117—138), говоритъ о пути къ серамъ совершенно отдѣльно отъ Индіи: изъ «согдійской земли», которую прорѣзывалъ Оксъ, вытекавшій изъ горы Эмодъ и впадавшій въ Каспій, шли за Яксартъ къ сакамъ; дальше слѣдовали тохары, фауны (въ печатномъ текстѣ: фруны) и «варварскіе народы серовъ» (vers. 747—752); единственная связь съ Индіей заключалась въ томъ, что отъ той же горы Эмодъ² до земли, орошенной Гангомъ, жилъ народъ «гаргариды» (vers. 1144—1147). Маринъ тирскій и по его примѣру Птолемей говорятъ о странѣ синовъ, куда приѣзжали моремъ изъ Индіи, и о странѣ серовъ, куда шли караваннымъ путемъ изъ Бактринъ, какъ о двухъ различныхъ странахъ, хотя для автора составленнаго около 70 г. по Р. Хр. «Перипла Краснаго моря» городъ Θῆναι былъ главнымъ городомъ серовъ³; однако и Птолемей заставлялъ не только страну синовъ (VII, 3, 1), но и страну серовъ (VI, 16, 1) граничить съ частью Индіи, расположенной за Гангомъ; эти индійцы были, по его мнѣнію, западными сосѣдями синовъ и южными сосѣдями серовъ (также VII, 2, 1). Въ христіанской версіи псевдо-Каллисоена (III, 7) серы вмѣстѣ съ индійцами помѣщены у Ганга. Въ извѣстномъ разсказѣ Прокопія (De bello Goth. IV, 17) о началѣ шелководства въ Византіи при Юстиніанѣ говорится о странѣ Σηρίνδα, расположенной по ту сторону большей части индійскихъ народовъ⁴. Очень вѣроятно, что это названіе, подобно нѣкоторымъ другимъ географическимъ и этнографическимъ терминамъ античной науки, образовалось изъ соединенія названій народовъ серовъ и индійцевъ, какъ близкихъ сосѣдей.

¹ Ср. редакціонное примѣчаніе къ статьѣ Ф. Хирта въ SB Münch. 1899, II, 274, съ ссылкой на Christ, Griech. Litt.³, S. 691.

² Плиній (VI, 24) передаетъ слова цейлонскихъ пословъ, что съ тѣхъ же горъ уже можно было видѣть серовъ. По представленію Птолемея (VI, 15 и 16) Эмодскія горы проходили черезъ Скивію и Серику.

³ М. Хвостовъ, Исторія вост. торг., стр. 392.

⁴ 'Εν ὁρίσιν ὑπὲρ τῶν Ἰνδῶν ἔθνη τὰ πολλὰ οὖσι, ἥπερ Σηρίνδα ἐνοικίεσσι. Текстъ не вполне правильно приведенъ въ книгѣ E. Chavannes, Documents sur les Tou-kiue (Tures) occidentaux, p. 233.

О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ.

Остаточный членъ формулъ механическихъ квадратуръ.

(Сообщеніе второе).

В. А. Стеклова.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 27 апрѣля 1916 г.).

1. Въ предыдущей запискѣ того же заглавія, представленной Академіи Наукъ 20 января текущаго года, я разсмотрѣлъ вопросъ о сходимости формулъ механическихъ квадратуръ, т. е. первую изъ двухъ задачъ (задачу (A)), указанныхъ во 2^{ой} §⁶ только что упомянутой записки.

Въ настоящей статьѣ я изложу общее рѣшеніе второй задачи (задачу (B)).

Употребляя обозначенія, принятые въ предыдущей запискѣ, напишемъ формулу механическихъ квадратуръ въ видѣ

$$(1) \quad \int_a^b p(x) f(x) dx = \sum_{k=1}^n A_k f(a_k) + R_n,$$

гдѣ коэффициенты A_k и ординаты a_k , лежащія между двумя данными числами a и b , опредѣляются изъ условія

$$(2) \quad \int_a^b p(x) P_p(x) dx = \sum_{k=1}^n A_k P_p(a_k).$$

Въ этихъ формулахъ, напомнимъ, $p(x)$ и $f(x)$ суть двѣ заданныя функции, $P_p(x)$ есть произвольный полиномъ степени не выше p , а p есть цѣлое число, не большее $2n-1$.

Мы будемъ теперь предполагать, что функція $f(x)$ имѣетъ производныя различныхъ порядковъ, а функція $p(x)$ есть какая угодно заданная функція, интегрируемая въ промежуткѣ отъ a до b .

Мы предположимъ затѣмъ, что

$$a = -1, \quad b = +1,$$

что нисколько не нарушитъ общности разсужденій.

Назовемъ черезъ M и m соответственно наибольшее и наименьшее изъ значеній производной порядка p отъ функціи $f(x)$ въ промежуткѣ $(-1, +1)$ и положимъ

$$(3) \quad \varphi(x) = f(x) - \frac{M+m}{2} \frac{x^p}{p!}.$$

Примѣнивъ формулу квадратуръ (1) къ функціи $\varphi(x)$, получимъ, въ силу (2),

$$\int_{-1}^{+1} p(x) \varphi(x) dx = \sum_{k=1}^n A_k \varphi(a_k) + R_n.$$

Если мы положимъ затѣмъ, какъ въ §^{омъ} 5 предыдущей записки,

$$(4) \quad \varphi(x) = P_{p-1}(x) + \varphi_p(x),$$

разумѣя подъ $P_{p-1}(x)$ нѣкоторый полиномъ степени $p-1$, то получимъ

$$(5) \quad R_n = \int_{-1}^{+1} p(x) \varphi_p(x) dx - \sum_{k=1}^n A_k \varphi_p(a_k)$$

(сравн. рав. (10) §^а 5^{го}, стр. 174 предыдущей записки).

2. Положимъ въ равенствѣ (4)

$$P_{p-1}(x) = \sum_{k=0}^{p-1} \frac{2k+1}{2} B_k X_k(x),$$

$$B_k = \int_{-1}^{+1} \varphi(x) X_k(x) dx,$$

гдѣ $X_k(x)$ суть полиномы Лежандра [для промежутка $(-1, +1)$].

Получимъ

$$(6) \quad \varphi_p(x) = \frac{p}{2} \left(X_p(x) \int_{-1}^{-1} F(x, y) X_{p-1}(y) dy - X_{p-1}(x) \int_{-1}^{-1} F(x, y) X_p(y) dy \right),$$

гдѣ положено

$$(7) \quad F(x, y) = \frac{\varphi(x) - \varphi(y)}{x - y}$$

(сравн. рав. (6) § 4^{го} стр. 173 упомянутой выше записки 20-го янв. 1916 г.).

Пусть $f(x)$ какая угодно функція, имѣющая производныя разныхъ порядковъ въ промежуткѣ $(-1, +1)$, m какое угодно цѣлое число.

Простымъ интегрированиемъ по частямъ, на основаніи извѣстныхъ свойствъ полиномовъ Лежандра, легко убѣдиться въ справедливости слѣдующаго равенства

$$(8) \quad \int_{-1}^{-1} f(y) X_m(y) dy = (-1)^{m-s} \int_{-1}^{-1} f^{(m-s)}(y) \left(\int_{-1}^{-1} X_m(y) dy^{(m-s)} \right) dy,$$

гдѣ s есть какое угодно цѣлое число $\leq m$, а символъ

$$\int_{-1}^{-1} X_m(y) dy^{(m-s)}$$

обозначаетъ интегралъ

$$\int_{-1}^{-1} dy \int_{-1}^{-1} dy \dots \int_{-1}^{-1} X_m(y) dy,$$

взятый послѣдовательно $m-s$ разъ¹.

¹ Формула (8) есть частный случай общей формулы

$$\int_a^b f(x) \Phi(x) dx = (-1)^n \int_a^b f^{(n)}(x) \left(\int_a^x \Phi(x) dx^{(n)} \right) dx,$$

имѣющей мѣсто для любой функціи $\Phi(x)$, удовлетворяющей условію

$$\int_a^b \Phi(x) P_{n-1}(x) dx = 0.$$

Простѣйшее доказательство этой общей формулы дано мною въ 4омъ §^ѣ Мемуара «Sur quelques applications d'une identité élémentaire», который вскорѣ появится въ Запискахъ Импер. Академіи Наукъ.

Положимъ въ равенствѣ (8)

$$f(y) = F(x, y), \quad m = p - 1, \quad s = 0.$$

Получимъ

$$(8_1) \quad I_1 = \int_{-1}^{+1} F(x, y) X_{p-1}(y) dy = (-1)^{p-1} \int_{-1}^{+1} F^{(p-1)}(x, y) \left(\int_{-1}^y X_{p-1}(y) dy^{(p-1)} \right) dy.$$

Такъ какъ функція $X_{p-1}(y)$ удовлетворяетъ условію

$$(z) \quad \int_{-1}^{+1} X_{p-1}(y) P_{p-2}(y) dy = 0,$$

гдѣ, напомнимъ, $P_{p-2}(y)$ есть произвольный полиномъ степени не выше $p-2$, то, на основаніи извѣстной формулы преобразованія кратныхъ квадратуръ въ простыя¹,

$$\int_{-1}^{+1} X_{p-1}(y) dy^{(k)} = 0$$

при всякомъ k отъ нуля до $p-2$.

Отсюда, принявъ въ расчетъ, что производная порядка $p-1$ отъ полинома $X_{p-1}(y)$ есть число постоянное (т. е. не мѣняетъ знака въ промежуткѣ отъ -1 до $+1$), заключаемъ, что функція

$$\int_{-1}^y X_{p-1}(y) dy^{(p-1)}$$

также не мѣняетъ знака при измѣненіи y отъ -1 до $+1$.

Поэтому, на основаніи теоремы о среднихъ, можемъ писать

$$(9) \quad I_1 = (-1)^{p-1} F_y^{(p-1)}(x, \xi) \int_{-1}^{+1} dy \left(\int_{-1}^y X_{p-1}(y) dy^{(p-1)} \right) dy,$$

¹ Простѣйшее доказательство этой формулы можно найти въ Земъ §² моего Мемуара, упомянутаго въ предыдущемъ примѣчаніи.

гдѣ ξ есть нѣкоторое число, лежащее внутри промежутка $(-1, +1)$, а $F_y^{(p-1)}(x, y)$ обозначаетъ производную $\frac{\partial^{p-1} F(x, y)}{\partial y^{p-1}}$.

Воспользовавшись опять формулой преобразованія кратныхъ квадратуръ въ простыя, получимъ

$$\int_{-1}^{+1} dy \left(\int_{-1}^y X_{p-1}(y) dy^{(p-1)} \right) dy = \frac{1}{(p-1)!} \int_{-1}^{+1} (1-y)^{p-1} X_{p-1}(y) dy,$$

откуда, на основаніи извѣстныхъ свойствъ полиномовъ Лежандра, выводимъ

$$\begin{aligned} \int_{-1}^{+1} dy \left(\int_{-1}^y X_{p-1}(y) dy^{(p-1)} \right) dy &= \frac{(-1)^{p-1}}{(p-1)!} \int_{-1}^{+1} y^{p-1} X_{p-1}(y) dy = \\ (10) \qquad \qquad \qquad &= (-1)^{p-1} \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)}. \end{aligned}$$

Легко убѣдиться, что при всякомъ k

$$\begin{aligned} \frac{\partial^k E(x, y)}{\partial y^k} &= F_y^k(x, y) = \\ &= \frac{k!}{(x-y)^{k+1}} \left(\varphi(x) - \varphi(y) - \varphi'(y) \frac{(x-y)}{1!} - \varphi''(y) \frac{(x-y)^2}{2!} - \dots - \varphi^{(k)}(y) \frac{(x-y)^k}{k!} \right). \end{aligned}$$

Отсюда, при помощи формулы Тейлора, выводимъ

$$(11) \qquad F_y^{(k)}(x, y) = \frac{\varphi^{(k+1)}(\eta)}{k+1},$$

гдѣ η есть нѣкоторое количество, заключенное между x и y , т. е. между -1 и $+1$.

Полагая здѣсь

$$k = p - 1, \qquad y = \xi$$

и принимая въ расчетъ формулы (9) и (10), получаемъ

$$(12) \qquad I_1 = \frac{2}{p} \frac{\varphi^{(p)}(\eta)}{1.3.5 \dots (2p-1)}.$$

гдѣ подѣ η по прежнему разумѣется нѣкоторое число, лежащее между -1 и $+1$.

3. Разсмотримъ теперь интегралъ

$$(13) \quad I_2 = \int_{-1}^{+1} F(x, y) X_p(y) dy.$$

Положивъ въ формулѣ (8), какъ и раньше,

$$f(y) = F(x, y)$$

и

$$m = p, \quad s = 1,$$

получимъ

$$(13_1) \quad I_2 = (-1)^{p-1} \int_{-1}^{+1} F^{(p-1)}(x, y) \left(\int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)} \right) dy.$$

Разсмотримъ функцію

$$\psi(y) = \int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)} = \frac{1}{(p-2)!} \int_{-1}^y (y-z)^{p-2} X_p(z) dz.$$

Очевидно,

$$\psi(-1) = 0$$

и, на основаніи (α),

$$\psi(1) = 0.$$

Такъ какъ всѣ производныя функціи $\psi(y)$ до порядка $p-2$ обращаются въ нуль при $x = -1$ и $x = +1$, а $p-1$ ая производная равна $X_p(y)$, т. е. имѣетъ только p корней, лежащихъ между -1 и $+1$, то $\psi(y)$ имѣетъ, во всякомъ случаѣ, не болѣе одного корня въ разсматриваемомъ промежуткѣ.

Какъ извѣстно,

$$\int_0^1 z^q X_p(z) dz = 0,$$

если p и $q < p$ одновременно четны или нечетны.

Поэтому

$$\psi(0) = (-1)^{p-2} \int_{-1}^0 z^{p-2} X_p(z) dz = (-1)^{p-1} \int_0^1 z^{p-2} X_p(z) dz = 0.$$

Итакъ $\psi(y)$ имѣеть дѣйствительно одинъ и только одинъ корень между -1 и $+1$ и этотъ корень равенъ нулю; слѣдовательно, функція $\psi(y)$ не мѣняетъ знака въ промежуткахъ отъ -1 до 0 и отъ 0 до $+1$.

Написавъ интеграль I_2 въ видѣ

$$I_2 = (-1)^{p-1} \int_{-1}^0 F^{(p-1)}(x, y) \left(\int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)} \right) dy + \\ + (-1)^{p-1} \int_0^1 F^{(p-1)}(x, y) \left(\int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)} \right) dy$$

и примѣнивъ къ каждому изъ интеграловъ правой части этого равенства теорему о среднихъ, найдемъ, на основаніи (11),

$$I_2 = (-1)^{p-1} \frac{\varphi^{(p)}(\eta')}{p} \int_{-1}^0 dy \int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)} + (-1)^{p-1} \frac{\varphi^{(p)}(\eta'')}{p} \int_0^1 dy \int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)},$$

гдѣ η' и η'' суть числа, лежащія между -1 и $+1$, или

$$(14) \quad I_2 = \frac{(-1)^{p-1}}{p} (\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')) \int_{-1}^0 dy \int_{-1}^y X_p(y) dy^{(p-1)} = \\ = - \frac{\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')}{p(p-1)!} \int_0^1 z^{p-1} X_p(z) dz = \\ = - \frac{\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')}{p(p-1)!} \frac{(p-1)!}{2 \cdot 4 \dots 2p} = - \frac{\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')}{p \cdot 2 \cdot 4 \dots 2p},$$

ибо, какъ извѣстно,

$$\int_0^1 z^{p-1} X_p(z) dz = \frac{(p-1)!}{2 \cdot 4 \dots 2p}.$$

Сопоставляя равенства (8₁), (12), (13), (14) и (6), получаемъ

$$(15) \quad \rho_p(x) = X_p(x) \frac{\varphi^{(p)}(\eta)}{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2p-1)} + X_{p-1}(x) \frac{\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')}{2 \cdot 2 \cdot 4 \dots 2p}.$$

4. Производная порядка p отъ функций $\varphi(x)$, въ силу равенства (3), равна

$$\varphi^{(p)}(x) = f^{(p)}(x) - \frac{M+m}{2}$$

и, слѣдовательно, при измѣненіи x отъ -1 до $+1$ принимаетъ всѣ возможныя значенія

$$\text{отъ } -\frac{M-m}{2} \quad \text{до } +\frac{M-m}{2}.$$

Поэтому, каковы бы ни были числа η' и η'' , лежащія въ промежуткѣ отъ -1 до $+1$, существуетъ такое число ζ' , лежащее въ томъ же промежуткѣ, что

$$(16) \quad \varepsilon_1 \frac{\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')}{2} = \varphi^{(p)}(\zeta'),$$

гдѣ ε_1 равно $+1$ или -1 .

Точно также, при всякомъ η , лежащемъ между -1 и $+1$, можно найти число ζ'' , также не выходящее изъ этого промежутка, такое, что будетъ

$$(17) \quad \varepsilon_2 \varphi^{(p)}(\eta) = \varphi^{(p)}(\zeta'').$$

гдѣ

$$\varepsilon_2 = \pm 1.$$

Напишемъ теперь равенство (15) въ видѣ

$$\rho_p(x) = \frac{1}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(|X_p(x)| \varepsilon_2 \varphi^{(p)}(\eta) + \lambda_p |X_{p-1}(x)| \varepsilon_1 \frac{\varphi^{(p)}(\eta') - \varphi^{(p)}(\eta'')}{2} \right),$$

гдѣ положено

$$\lambda_p = \frac{1.3.5 \dots (2p-1)}{2.4.6 \dots 2p} < 1.$$

Принявъ въ расчетъ (16) и (17) сейчасъ же выводимъ

$$(18) \quad \begin{aligned} \rho_p(x) &= \frac{1}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(|X_p(x)| \varphi^{(p)}(\zeta'') + \lambda_p |X_{p-1}(x)| \varphi^{(p)}(\zeta') \right) = \\ &= \frac{\varphi^{(p)}(\zeta) H_p(x)}{1.3.5 \dots (2p-1)}. \end{aligned}$$

гдѣ введено слѣдующее обозначеніе

$$(18_1) \quad H_p(x) = |X_p(x)| + \lambda_p |X_{p-1}(x)|,$$

а ξ означаетъ, очевидно, нѣкоторое число, не выходящее изъ промежутка $(-1, +1)$.

Формулу (18) можемъ переписать въ видѣ

$$(19) \quad \varphi_p(x) = \frac{H_p(x)}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(f^{(p)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right).$$

Это равенство даетъ точное выраженіе остаточнаго члена въ разложеніи любой функции $f(x)$, имѣющей производныя разныхъ порядковъ въ промежуткѣ $(-1, +1)$, въ рядѣ по полиномамъ Лежандра, выраженіе, содержащее только одну неопредѣленную величину ξ .

5. Равенство (19) можно представить, если угодно, и въ другомъ видѣ, благодаря указаннымъ выше свойствамъ введенной нами функции $\varphi(x)$ [рав. (3)].

Такъ какъ

$$|X_p(x)| \leq 1, \quad \lambda_p |X_{p-1}(x)| < 1$$

для всѣхъ значеній x промежутка $(-1, +1)$, то при всякихъ числахъ ξ' и ξ'' , принадлежащихъ этому промежутку, можно найти соответственно два другихъ числа ξ' и ξ'' въ томъ же самомъ промежуткѣ такихъ, что будетъ, при всякомъ $|x| \leq 1$,

$$(20) \quad \varphi^{(p)}(\xi'') |X_p(x)| + \varphi^{(p)}(\xi') \lambda_p |X_{p-1}(x)| = \varphi^{(p)}(\xi') + \varphi^{(p)}(\xi'').$$

Такъ какъ, далѣе, всякимъ двумъ возможнымъ значеніямъ ξ' и ξ'' всегда найдется, въ силу указанныхъ выше свойствъ функции $\varphi(x)$, соответствующее число ξ , въ промежуткѣ $(-1, +1)$, такое, что

$$\varphi^{(p)}(\xi') + \varphi^{(p)}(\xi'') = 2\varphi^{(p)}(\xi),$$

то, на основаніи (18) и (20), можемъ писать

$$(21) \quad \varphi_p(x) = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \varphi^{(p)}(\xi) = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(f^{(p)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right).$$

Если функція $f^{(p)}(x)$ мѣняетъ свой знакъ въ промежуткѣ $(-1, +1)$, то равенство (21) можно представить подѣ видомъ

$$\varphi_p(x) = \frac{2^2}{1.3.5 \dots (2p-1)} f^{(p)}(\eta),$$

гдѣ η есть число, лежащее между -1 и $+1$.

6. Возвращаемся къ равенству (5) §^a 1^{го}.

Обозначимъ черезъ e_1 совокупность значеній x , гдѣ функція $p(x)$ сохраняетъ положительныя значенія, черезъ e_2 совокупность тѣхъ значеній x , гдѣ $p(x)$ отрицательна, причемъ

$$e_1 + e_2 = 2.$$

Обозначимъ затѣмъ символомъ

$$\int_e F(x) dx$$

интегралъ отъ какой-либо функціи $F(x)$, распространенный на вѣкоторую совокупность e значенія x , принадлежащихъ интервалу $(-1, +1)$.

При этихъ обозначеніяхъ можемъ писать

$$\int_{-1}^{+1} p(x) \varphi_p(x) dx = \int_{e_1} p(x) \varphi_p(x) dx - \int_{e_2} |p(x)| \varphi_p(x) dx,$$

или

$$\int_{-1}^{+1} p(x) \varphi_p(x) dx = \varphi_p(\xi') \int_{e_1} p(x) dx - \varphi_p(\xi'') \int_{e_1} |p(x)| dx,$$

гдѣ ξ' и ξ'' суть, очевидно, числа, лежащія между -1 и $+1$.

Полагая въ равенствѣ (21)

$$x = \xi' \quad \text{и} \quad x = \xi''$$

и называя соотвѣтствующія значенія ξ черезъ η' и η'' , получаемъ

$$\int_{-1}^{+1} p(x) \varphi_p(x) dx = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(\varphi^{(p)}(\eta') \int_{e_1} p(x) dx - \varphi^{(p)}(\eta'') \int_{e_2} |p(x)| dx \right).$$

Отсюда, принимая въ расчетъ указанныя выше свойства функций $\varphi^{(p)}(x)$, сейчасъ же выводимъ

$$(22) \quad \int_{-1}^{+1} p(x) \varphi_p(x) dx = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \varphi^{(p)}(\eta) \left(\int_{e_1} p(x) dx + \int_{e_2} |p(x)| dx \right) = \\ = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \varphi^{(p)}(\eta) \int_{-1}^{+1} |p(x)| dx,$$

гдѣ η есть число, лежащее между -1 и $+1$.

7. Вообще говоря, нѣкоторые изъ коэффициентовъ A_k формулы квадратуръ (1) могутъ быть положительными, другіе отрицательными.

Назовемъ сумму положительныхъ коэффициентовъ, при данномъ числѣ n , черезъ S_n , а численное значеніе суммы отрицательныхъ коэффициентовъ черезъ T_n .

Получимъ

$$(3) \quad \sum_{k=1}^n A_k = \int_{-1}^{+1} p(x) dx = S_n - T_n$$

и

$$\sum_{k=1}^n A_k \varphi_p(a_k) = \sum_{(1)} A_k \varphi_p(a_k) - \sum_{(2)} |A_k| \varphi_p(a_k),$$

гдѣ первая сумма распространяется на всѣ значенія k , для которыхъ $A_k > 0$, а вторая — на всѣ значенія k , для которыхъ $A_k < 0$.

Называя черезъ α' нѣкоторое среднее значеніе изъ чиселъ a_k , входящихъ въ первую изъ этихъ суммъ, черезъ α'' — среднее значеніе изъ чиселъ a_k , входящихъ во вторую сумму, получимъ

$$\sum_{k=1}^n A_k \varphi_p(a_k) = \varphi_p(\alpha') S_n - \varphi_p(\alpha'') T_n.$$

Отсюда, въ силу (21),

$$\sum_{k=1}^n A_k \varphi_p(a_k) = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(S_n \varphi^{(p)}(\eta') - T_n \varphi^{(p)}(\eta'') \right),$$

гдѣ η' и η'' суть значенія ζ формулы (21), соответствующія числамъ α' и α'' ; и, наконецъ,

$$(23) \quad - \sum_{k=1}^n A_k \varphi_p(a_k) = \frac{2(S_n + T_n)}{1.3.5 \dots (2p-1)} \varphi^{(p)}(\zeta),$$

гдѣ ζ есть нѣкоторое число, лежащее между -1 и $+1$.

8. Подставимъ теперь полученныя выраженія лѣвыхъ частей равенствъ (22) и (23) въ выраженіе остаточнаго числа R_n формулы (1) механическихъ квадратуръ [равенство (5)].

Получаемъ

$$R_n = \frac{2}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(\varphi^{(p)}(\eta) \int_{-1}^{+1} |p(x)| dx + \varphi^{(p)}(\zeta) (S_n + T_n) \right),$$

откуда сейчасъ же выводимъ

$$(24) \quad R_n = \frac{2H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} \varphi^{(p)}(\zeta) = \frac{2H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(f^{(p)}(\zeta) - \frac{M+m}{2} \right),$$

гдѣ положено для сокращенія письма

$$(\gamma) \quad H_n = \int_{-1}^{+1} |p(x)| dx + S_n + T_n.$$

Въ частности, если $f^{(p)}(x)$ мѣняетъ свой знакъ въ промежуткѣ отъ -1 до $+1$, то, подобно предыдущему, можемъ писать

$$(25) \quad R_n = \frac{2^2 H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} f^{(p)}(\zeta),$$

гдѣ ζ есть число, лежащее между -1 и $+1$, а H_n есть извѣстное число при всякомъ данномъ n и данной функціи $p(x)$.

Формула (24) (въ частности, формула (25)) даетъ точное выраженіе остаточнаго члена для любой формулы квадратуръ, какова бы ни была данная функція $p(x)$ и каковы бы ни были соответствующіе ей и даннымъ числамъ n и $p \leq 2n$ коэффициенты A_k и ординаты a_k , — выраженіе, содержащее одну неопредѣленную величину ζ .

9. Выраженіе H_n легко приводится къ слѣдующему виду

$$(\gamma_1) \quad H_n = 2 \left(S_n - \int_{e_2} p(x) dx \right) = 2 \left(T_n + \int_{e_1} p(x) dx \right).$$

для чего стоит только принять въ расчетъ равенство (3). Въ частности, если

$$p(x) = 1,$$

то

$$(26) \quad \int_{-1}^{+1} \varphi_p(x) dx = 0.$$

Въ этомъ случаѣ выраженіе остаточнаго члена формулы механическихъ квадратуръ можно представить подъ видомъ

$$R_n = \frac{2^2(S_n-1)}{1.3.5\dots(2p-1)} \varphi^{(p)}(\xi) = \frac{2^2(S_n-1)}{1.3.5\dots(2p-1)} \left(f^{(p)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right).$$

Если $p(x)$ не принимаетъ отрицательныхъ значений въ промежуткѣ $(-1, +1)$ и коэффициенты A_k всё положительны, то

$$T_n = 0, \quad S_n = \int_{-1}^{+1} p(x) dx$$

и, слѣдовательно,

$$H_n = 2 \int_{-1}^{+1} p(x) dx.$$

Для случая $p(x) = 1$, въ силу (26), можемъ положить, очевидно,

$$H_n = \int_{-1}^{+1} p(x) dx = 2$$

и

$$(27) \quad R_n = \frac{4}{1.3.5\dots(2p-1)} \left(f^{(p)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right).$$

Вообще, если для значений p , бѣльшихъ нѣкотораго числа p_0 ,

$$(28) \quad \int_{-1}^{+1} p(x) \varphi_p(x) dx = 0,$$

что будетъ имѣть мѣсто, если $p(x)$ есть полиномъ степени p_0 , то, на основаніи (5), (23) и (3),

$$(29) \quad R_n = \frac{2(2S_n - \int_{-1}^{+1} p(x) dx)}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(f^{(p)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right) = \\ = \frac{2(2T_n + \int_{-1}^{+1} p(x) dx)}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(f^{(p)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right).$$

Формула (24) даетъ сейчасъ же слѣдующіе предѣлы для погрѣшности R_n , которая получается при вычисленіи интеграла

$$\int_{-1}^{+1} p(x) f(x) dx$$

при помощи той или иной данной формулы квадратуръ при данномъ числѣ n ординатъ a_k , а именно

$$(30) \quad -\frac{H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} (M-m) < R_n < \frac{H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} (M-m),$$

гдѣ подъ p слѣдуетъ разумѣть наибольшее изъ возможныхъ для данной формулы значений p .

10. Можно дать другое выраженіе для дополнительнаго члена R_n , которое, хотя и содержать не одну, а двѣ неопредѣленныхъ величины, но даетъ нѣсколько меньшее число для высшаго предѣла численнаго значенія R_n , чѣмъ формула (24).

Если примемъ для $\varphi_p(x)$ выраженіе (19) и повторимъ съ незначительными измѣненіями разсужденія предыдущихъ §§^{овъ}, то получимъ

$$(31) \quad R_n = \frac{H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} \varphi^p(\xi) H_p(\alpha),$$

гдѣ $H_p(x)$ есть функція, опредѣляемая равенствомъ (18₁) (§ 4), H_n дается, какъ и раньше, формулой (γ), а ξ и α суть два числа, каждое изъ которыхъ лежитъ между -1 и $+1$.

Такъ какъ при всякомъ x

$$(32) \quad H_p(x) \leq 1 + \lambda_p,$$

гдѣ, напомнимъ,

$$\lambda_p = \frac{1.3.5 \dots (2p-1)}{2.4.6 \dots 2p} < \frac{1}{\sqrt{\pi p}},$$

то, въ силу (31), получимъ

$$(33) \quad |R_n| < \frac{H_n}{1.3.5 \dots (2p-1)} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{\pi p}} \right) \frac{M-m}{2}.$$

Отношеніе правыхъ частей этого неравенства и неравенствъ (30) равно

$$\frac{1 + \frac{1}{\sqrt{\pi p}}}{2}$$

и при достаточно большомъ n (или, что то же, p) близко къ $\frac{1}{2}$.

11. Формулы (24) и (31) годятся, какъ сказано, для любой формулы механическихъ квадратуръ и, въ частности, даютъ весьма простыя выражения для остаточныхъ членовъ формулъ Котеса и Чебышева, которыя, насколько намъ извѣстно, до сихъ поръ найдены не были.

Такъ какъ формула Чебышева при данномъ числѣ n ординатъ остается точной для всякаго полинома степени n , то въ равенствѣ (24) надо положить, какъ это слѣдуетъ изъ нашихъ обозначеній,

$$p = n + 1.$$

Такимъ образомъ для формулы Чебышева получаемъ слѣдующее точное выраженіе остаточнаго члена съ одной неопредѣленной величиной ξ

$$(34) \quad R_n = \frac{2H_n}{1.3.5 \dots (2n+1)} \left(f^{(n+1)}(\xi) - \frac{M-m}{2} \right),$$

гдѣ

$$H_n = 2 \int_{-1}^{+1} p(x) dx, \quad p(x) \geq 0.$$

Формула (34), само собой разумѣется, годится лишь для тѣхъ значеній n , при которыхъ ординаты соответствующей формулы квадратуръ Чебышева вещественны.

Если воспользоваться равенствомъ (31), то найдемъ такое выраженіе дополнительнаго члена формулы Чебышева

$$(35) \quad R_n = \frac{H_n}{1.3.5 \dots (2n+1)} H_{n+1}(\alpha) \left(f^{(n+1)}(\xi) - \frac{M-m}{2} \right).$$

Если, въ частности, $p(x) = 1$, то въ равенствахъ (34) и (35) нужно положить

$$H_n = 2.$$

Для формулы квадратуръ Котеса (обобщенной) нужно положить

$$p = n,$$

причемъ формулы (24) и (31) дадутъ

$$(36) \quad R_n = \frac{2 H_n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)} \left(f^{(n)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right),$$

$$(37) \quad R_n = \frac{H_n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)} H_n(x) \left(f^{(n)}(\xi) - \frac{M+m}{2} \right),$$

гдѣ число H_n опредѣляется равенствомъ (γ_1) и, въ частности, при соблюденіи условія (28), равно

$$H_n = 2 S_n - \int_{-1}^{+1} p(x) dx = 2 T_n + \int_{-1}^{+1} p(x) dx.$$

12. Равенства (24) и (31), какъ общія для всѣхъ возможныхъ формулъ механическихъ квадратуръ, даютъ, вообще говоря, болѣе грубые предѣлы погрѣшности вычисленій по сравненію съ извѣстными въ настоящее время наиболѣе точными выраженіями дополнительнаго члена для нѣкоторыхъ частныхъ видовъ формулъ механическихъ квадратуръ, выведенными на основаніи особыхъ, спеціально этимъ формуламъ присущихъ свойствъ.

Во многихъ случаяхъ, однако, результаты, доставляемые равенствами (24) и (31), можно считать удовлетворительными даже по сравненію съ тѣми, къ которымъ приводятъ только что упомянутыя уже извѣстныя формулы дополнительныхъ членовъ¹.

Такъ, предположимъ, напимѣръ, что $p(x) = 1$ и что производная $f^{(2n)}(x)$ не мѣняетъ знака въ промежуткѣ отъ -1 до $+1$, оставаясь положительной.

Обозначивъ черезъ R_n' остаточный членъ формулы Гаусса, получимъ

¹ Къ такимъ, если не ошибаемся, принадлежать лишь выраженія остаточнаго члена для формулъ Гаусса и имъ подобныхъ и для формулъ А. А. Маркова, имъ впервые полученные.

по известной формулѣ (А. А. Марковъ «Исчисленіе конечныхъ разностей», Одесса, 1911, стр. 86), положивъ $n = 5$,

$$\left| R'_5 \right| < \frac{81}{10^{11}} M.$$

Формула же (31) доставитъ

$$\left| R_n \right| < \frac{11}{10^{10}} M.$$

Последнее число превосходитъ предыдущее лишь менѣе, чѣмъ въ 1,4 раза.

Взявъ для другого примѣра формулу А. А. Маркова («Новыя приложенія непрерывныхъ дробей». ЗИАН., Кл. Ф. М. VIII с., т. III, н^о 5, 1896)

$$\int_{-1}^{+1} f(x) dx = 2 \left(f\left(\sqrt{\frac{23}{60}}\right) - f\left(\sqrt{\frac{13}{60}}\right) + f(0) - f\left(-\sqrt{\frac{13}{60}}\right) + f\left(-\sqrt{\frac{23}{60}}\right) \right) + \Lambda f^{(6)}(\xi),$$

имѣемъ

$$\left| \Lambda f^{(6)}(\xi) \right| < \frac{141}{10^6} M.$$

По формулѣ же (31), при тѣхъ же условіяхъ, что и въ предыдущемъ случаѣ, получимъ

$$\left| R_5 \right| < \frac{601}{10^6} M,$$

результатъ нѣсколько худшій.

Замѣтимъ, что въ случаѣ, когда соблюдается условіе (28), число α заключается между наименьшей и наибольшей изъ ординатъ a_k соответствующей формулы квадратуръ, т. е., вообще говоря, меньше единицы (численно).

Въ каждомъ частномъ случаѣ можно искать верхній предѣлъ для $|H_p(\alpha)|$ болѣе низкій, чѣмъ тотъ, который взять нами, причемъ нѣсколько понизится и верхній предѣлъ для $|R_n|$.

Въ рассмотрѣнномъ выше частномъ случаѣ этотъ послѣдній можно еще понизить, если взять вмѣсто M разность $M - m$.

13. Вообще, равенства (24) и (31) приводятъ на практикѣ къ удовлетворительнымъ результатамъ при опредѣленіи числа несомнѣнно вѣрныхъ деся-

тичныхъ знаковъ, которые получаются при вычисленіи интеграловъ по соотвѣствующимъ этимъ равенствамъ формуламъ механическихъ квадратуръ.

Ограничиваясь самыми простыми примѣрами, примѣнимъ формулу Чебышева къ интегралу

$$(38) \quad I = \frac{\pi}{4} \int_{-1}^{+1} \sin \frac{\pi}{4} (x+1) dx = 1$$

при 5 ординатахъ.

Полагая въ равенствѣ (35)

$$n = 5, \quad f^{(6)}(x) = - \left(\frac{\pi}{4} \right)^5 \sin \frac{\pi}{4} (x+1),$$

выводимъ, произведя вычисленія,

$$|R_n| < 0,0000227 \dots$$

Формула же Чебышева даетъ приближенно

$$I = 1,000004.$$

Сопоставляя это число съ предыдущимъ неравенствомъ убѣждаемся, что въ полученномъ числѣ 4 десятичныхъ знака несомнѣнно вѣрны.

Въ дѣйствительности, какъ видимъ, получается болѣе лишь однимъ вѣрнымъ десятичнымъ знакомъ.

Точно также, примѣнивъ формулу Чебышева къ вычисленію интеграла

$$(39) \quad I = \int_{-1}^{+1} \frac{dx}{3+x} = \log 2,$$

получимъ, при $n = 7$,

$$I = 0,6931467.$$

Изъ равенства (35) выводимъ при этомъ

$$|R_n| < 0,00004560.$$

Отсюда заключаемъ, что въ полученномъ числѣ 4 знака несомнѣнно вѣрны.

Въ дѣйствительности число вѣрныхъ знаковъ оказывается большимъ опять лишь на единицу.

Примѣнимъ еще къ вычисленію того же интеграла (39) формулу Котеса, положивъ $n = 11$.

Равенство (37) даетъ

$$|R_n| < \frac{(T_n+1)(1+\lambda_{11})}{1.3.5\dots 21} \frac{11!}{2^{12}}.$$

Въ данномъ случаѣ отрицательные коэффициенты суть

$$A_3 = A_9 = -\frac{2.48525}{598752},$$

$$A_5 = A_7 = -\frac{2.260550}{598752}.$$

Отсюда

$$T_n + 1 = \frac{458513}{149438} = 3,09\dots$$

Далѣе,

$$1 + \lambda_{11} < 1,18, \quad \frac{11!}{3.5\dots 21.2^{12}} = \frac{1}{13.16.17.19.21}.$$

Слѣдовательно,

$$|R_{11}| < 0,00000256\dots$$

Вычисленія по формулѣ Котеса, при $n = 11$, даютъ¹

$$I = 0,69314733.$$

Отсюда заключаемъ, что полученный результатъ содержитъ несомнѣнно 5 вѣрныхъ десятичныхъ знаковъ.

Въ дѣйствительности число вѣрныхъ десятичныхъ знаковъ превосходитъ указанное опять лишь на единицу.

14. Въ предыдущемъ мы взяли для полинома $P_{p-1}(x)$ въ равенствѣ (5) первые p членовъ разложенія $f(x)$ по полиномамъ Лежандра, но могли бы для нашихъ цѣлей воспользоваться всякимъ другимъ разложеніемъ функціи $f(x)$ по полиномамъ даннаго вида, для котораго можно получить точное выраженіе остаточнаго члена $\rho_p(x)$.

¹ См., напр., А. Н. Крыловъ «Лекціи о приближенныхъ вычисленияхъ». С.-Петербургъ, 1911, стр. 106.

Извѣстія П. А. П. 1916.

Мы остановились на полиномах Лежандра, какъ на простѣйшихъ и наиболѣе извѣстныхъ, съ цѣлью сдѣлать всѣ разсужденія вполне элементарными.

Что касается опредѣленія высшаго предѣла численнаго значенія R_n , то, въ заключеніе, замѣтимъ слѣдующее.

Равенство (5) остается, очевидно, справедливымъ, если положить въ немъ

$$\rho_p(x) = f(x) - P_{p-1}(x),$$

гдѣ $P_{p-1}(x)$ произвольный полиномъ степени $p-1$.

Понятно, что наименьшая величина для высшаго предѣла $|R_n|$ можетъ получиться, если взять за $P_{p-1}(x)$ полиномъ наименѣе отклоняющійся отъ $f(x)$ въ данномъ промежуткѣ.

Если обозначимъ это наименьшее отклоненіе черезъ $L_{p-1}(f)$, то получимъ

$$(40) \quad |R_n| < H_n L_{p-1}(f),$$

гдѣ нужно положить

$$H_n = \int_{-1}^{+1} |p(x)| dx + \sum_{k=1}^n |\Lambda_k|.$$

Однако въ настоящее время не существуетъ никакихъ способовъ опредѣленія точнаго значенія величины $L_{p-1}(f)$ для любой дифференцируемой функціи $f(x)$; можно лишь установить болѣе или менѣе точно верхнюю границу, которой не можетъ превзойти отклоненіе $L_{p-1}(f)$.

Такъ, напр., можно показать, какъ это сдѣлано С. Н. Бернштейномъ¹ въ его диссертацин, что

$$(41) \quad L_{p-1}(f) < \frac{M_p}{2^p \Gamma(p+1)},$$

гдѣ M_p есть максимумъ $|f^{(p)}(x)|$ въ промежуткѣ $(-1, +1)$.

¹ «О наилучшемъ приближеніи непрерывныхъ функцій посредствомъ многочленовъ данной степени». Харьковъ, 1912, стр. 103.

При помощи этого неравенства получимъ

$$(42) \quad |R_n| < \frac{4 H_n}{2^p \Gamma(p+1)} M_p.$$

Этой формулой можно пользоваться для опредѣленія верхняго предѣла погрѣшности вычисленій опредѣленныхъ интеграловъ при помощи любой формулы механическихъ квадратуръ.

Однако при небольшихъ значеніяхъ числа n , обычно употребляемыхъ на практикѣ, неравенство (42) даетъ менѣе удовлетворительный результатъ, чѣмъ формулы (30) и (33), между тѣмъ какъ обстоятельный выводъ неравенства (42) требуетъ сложныхъ и не элементарныхъ разсужденій.

Такъ, напр., для формулы Чебышева неравенство (42) даетъ, при $p(x) = 1$,

$$|R_n| < \frac{M_{n+1}}{2^{n-3}(n+1)!} = K_n M_{n+1},$$

ибо въ данномъ случаѣ нужно положить

$$H_n = 4,$$

а неравенство (33) обращается въ такое

$$|R_n| < \frac{2(1+\lambda_{n+1})}{1.3.5 \dots (2n+1)} M_{n+1} = L_n M_{n+1}.$$

Отношеніе

$$\frac{L_n}{K_n} = \frac{1+\lambda_{n+1}}{8\lambda_{n+1}}.$$

остаётся меньшимъ единицы, пока $n < 15$.

Если же производная $f^{(n+1)}(x)$ не мѣняетъ знака въ промежуткѣ $(-1, +1)$, то

$$\frac{L_n}{K_n} < \frac{1}{2}$$

для указанныхъ значеній n .

Напримѣръ, для интеграла (38) по формулѣ (42) получимъ, при $n = 7$,

$$|R_n| < 0,0000661 \dots,$$

тогда какъ неравенство (33) даетъ, какъ видѣли выше (§ 12),

$$|R_n| < 0,0000227 \dots$$

Лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ, для функцій простѣйшаго вида, удастся иногда найти высшій предѣлъ отклоненія $L_{p-1}(f)$ меньшій чѣмъ тотъ, который дается неравенствомъ (41).

При этомъ неравенство (40) можетъ доставить для верхняго предѣла погрѣшности число меньшее того, которое получается по формуламъ (30) или (33), но эти исключительные, простѣйшіе случаи не представляютъ интереса.

О сходимости формулъ механическихъ квадратуръ между безконечными предѣлами.

Я. В. Успенскаго.

(Представлено академикомъ В. А. Стенловымъ въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ Наукъ 30 марта 1916 г.).

§ 1. Предметомъ настоящей замѣтки является выясненіе случаевъ сходимости формулъ механическихъ квадратуръ типа формулы Гаусса, служащихъ для приближеннаго вычисленія интеграловъ между безконечными предѣлами.

Эти формулы, какъ извѣстно, характеризуются слѣдующимъ образомъ.

Пусть въ предѣлахъ интегрированія a и $+\infty$ функція $p(x)$ не получаетъ отрицательныхъ значеній и притомъ такова, что всѣ интегралы

$$\int_a^{\infty} p(x) x^n dx = c_n; \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

иначе называемые моментами, существуютъ. При такихъ условіяхъ при всякомъ заданномъ m можно подобрать m чиселъ

$$x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_m,$$

заклученныхъ между a и $+\infty$, такъ, чтобы формула

$$\int_a^{\infty} p(x) f(x) dx = A_1 f(x_1) + A_2 f(x_2) + \dots + A_m f(x_m) \dots (1)$$

была точной для всякой цѣлой функціи $f(x)$ степени $2m - 1$ или ниже. Для другихъ функцій эта формула будетъ только приближенной. Является интересный вопросъ, способна ли она давать неопредѣленное приближеніе, т. е. будетъ-ли правая часть при безпредѣльномъ увеличеніи m имѣть предѣломъ интегралъ лѣвой части. Этотъ вопросъ о сходимости формулы квадратуръ въ случаѣ конечныхъ предѣловъ почти исчерпывающимъ образомъ рѣшилъ Stieltjes при весьма общихъ предположеніяхъ относительно функціи $p(x)$ въ замѣчательной работѣ: «Quelques recherches sur la théorie des quadratures, dites mécaniques»¹. Въ недавней замѣткѣ² академикъ В. А. Стекловъ вновь разсмотрѣлъ этотъ и даже нѣсколько болѣе общій вопросъ съ помощью совершенно элементарныхъ соображеній. Изслѣдованіе сходимости въ случаѣ бесконечныхъ предѣловъ представляетъ значительно большія трудности. Самъ Stieltjes, а затѣмъ академики А. А. Марковъ и Н. Я. Сониинъ³ изучали вопросъ о сходимости непрерывной дроби, въ которую формально разлагается интегралъ

$$\int_a^{\infty} \frac{p(x) dx}{x - z},$$

равносильный вопросу о сходимости формулы (1) для случая $f(x) = \frac{1}{x-z}$. Мы предполагаемъ разсмотрѣть вопросъ болѣе общій, допуская возможность бесконечнаго возрастанія функціи $f(x)$ вмѣстѣ съ x . Слѣдуетъ замѣтить, что нашъ способъ изслѣдованія представляетъ нѣкоторое сходство съ приемами В. А. Стеклова, которыми онъ пользуется въ двухъ недавно напечатанныхъ замѣткахъ⁴.

§ 2. Пусть $\varphi(x)$ непрерывная функція съ непрерывной производной, равная 0 при $x \geq l$.

Пусть, сверхъ того,

$$|\varphi'(x)| \leq \mu \text{ при } 0 \leq x \leq l \dots\dots\dots(a)$$

¹ Annales de l'Ecole Normale, 1884, t. I, série III.

² О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ. Извѣстія Императорской Академіи Наукъ, № 4, 1916 г.

³ Stieltjes. Recherches sur les fractions continues. Annales de la Faculté de Toulouse, 1894, T. VIII—IX. А. Марковъ. Deux démonstrations de la convergence de certaines fractions continues. Acta mathematica, T. 19. Н. Сониинъ. Sur l'intégrale $\int_a^b F(x) \frac{dx}{x-a}$. Mémoires de

l'Acad. des Sciences de St.-Petersbourg. T. XXXVIII, № 14, Série VII.

⁴ ИАН. н^о 6 и н^о 8, 1916.

Тогда нетрудно убедиться, что для всѣхъ $x \geq 0$

$$|\varphi(x)| \leq \mu l = M \dots \dots \dots (b)$$

Введемъ теперь въ разсмотрѣніе функцію $f(x) = \varphi(x^2)$, которая, очевидно, обладаетъ слѣдующими свойствами:

$$f(-x) = f(x)$$

$$f(x) = 0, \quad f'(x) = 0, \quad \text{при } |x| \geq \sqrt{l}$$

$$|f(x)| \leq M, \quad |f'(x)| \leq 2\sqrt{l}\mu \quad \text{при всякомъ } x.$$

На основаніи результатовъ работы Jackson'a¹ возможно найти полиномъ $P_{2m}(x)$ степени $\leq 2m$ такъ, чтобы для всѣхъ значеній x , удовлетворяющихъ неравенствамъ

$$-A \leq x \leq A,$$

было

$$|f(x) - P_{2m}(x)| < k \cdot 2\sqrt{l}\mu \cdot \frac{A}{m} = L \frac{A}{m} = \sigma \dots \dots \dots (2),$$

гдѣ k нѣкоторая численная постоянная. Измѣняя въ этомъ неравенствѣ x на $-x$, по указанному выше свойству функціи $f(x)$, получимъ

$$|f(x) - P_{2m}(-x)| < \sigma \dots \dots \dots (3)$$

Отсюда и изъ (2), полагая

$$\frac{P_{2m}(x) + P_{2m}(-x)}{2} = \alpha_0 x^{2m} + \alpha_1 x^{2m-2} + \dots + \alpha_m = T_m(x^2),$$

найдемъ, что на всемъ отрезкѣ $-A, +A$ будетъ выполняться неравенство

$$|f(x) - T_m(x^2)| < \frac{LA}{m} = \sigma \dots \dots \dots (4)$$

На всемъ этомъ отрезкѣ, сверхъ того, будемъ имѣть

$$|T_m(x^2)| < M + \sigma = M_1.$$

¹ Jackson. Approximation by trigonometric sums and polynomials. Transact. of the americ. mathem. soc. Vol. XIII, n° 4, 1912.

Для дальнѣйшаго намъ необходимо имѣть верхній предѣлъ численнаго значенія полинома $T_m(x^2)$, для чего послужитъ замѣчательная теорема Чебышева¹: если на отрѣзкѣ $-1, +1$ численное значеніе полинома степени n не превышаетъ числа E , то при всякомъ ξ , численно большемъ 1, оно не можетъ превышать числа

$$E \left\{ \frac{(\xi + \sqrt{\xi^2 - 1})^n + (\xi - \sqrt{\xi^2 - 1})^n}{2} \right\}$$

Изъ этой теоремы въ примѣненіи къ нашему случаю нетрудно вывести неравенство

$$|T_m(x^2)| < M_1 \left(\frac{2x}{A} \right)^{2m} \dots\dots\dots (5),$$

имѣющее мѣсто для $x^2 \geq A^2$. Полагая $x^2 = t$, изъ сличенія неравенствъ (4) и (5) выводимъ заключеніе: для функціи $\varphi(t)$ со свойствами, указанными въ началѣ этого §, возможно найти полиномъ $T_m(t)$ произвольно заданной степени m такъ, чтобы при $0 \leq t \leq A^2$ было

$$|\varphi(t) - T_m(t)| < \frac{LA}{m} = \sigma,$$

а при $t \geq A^2$

$$|T_m(t)| < M_1 \left(\frac{4t}{A^2} \right)^m.$$

Отсюда сразу вытекаетъ слѣдствіе: *если функція $\psi(x)$ опредѣлена при $x \geq a$, непрерывна, имѣетъ непрерывную производную и равна 0 въ промежутка отъ a до $a + l$, то для всякаго m можно найти полиномъ $\Pi_m(x)$ степени m такъ, чтобы при $a \leq x \leq A^2 + a$ было*

$$|\psi(x) - \Pi_m(x)| < \frac{LA}{m} = \sigma, \dots\dots\dots (6)$$

гдѣ L не зависитъ отъ A и m , а при $x \geq A^2 + a$

$$|\Pi_m(x)| < M_1 \left(\frac{4(x-a)}{A^2} \right)^m \dots\dots\dots (7)$$

¹ Чебышевъ. О функціяхъ мало удаляющихся отъ нуля при нѣкоторыхъ величинахъ переменнѣй. Сочиненія Т. 2, стр. 343. См. также, сочиненія, Т. 2, стр. 701.

§ 3. Сохраняя обозначенія предыдущаго §, мы будемъ имѣть съ одвой стороны совершенно точно

$$\int_a^\infty p(x) \Pi_m(x) dx = A_1 \Pi_m(x_1) + \dots + A_m \Pi_m(x_m) \dots \dots (8)$$

а съ другой стороны можемъ положить

$$\int_a^\infty p(x) \psi(x) dx = A_1 \psi(x_1) + \dots + A_m \psi(x_m) + R_m \dots \dots (9)$$

Имѣя въ виду, что всѣ коэффиціенты A_k положительны, изъ этихъ равенствъ выведемъ

$$|R_m| < \int_a^\infty p(x) |\psi(x) - \Pi_m(x)| dx + \sum A_k |\psi(x_k) - \Pi_m(x_k)|$$

и далѣе въ силу (6) и (7) получимъ

$$|R_m| < \sigma \int_a^{A^2+a} p(x) dx + \sigma \sum_{x_k \leq A^2+a} A_k + M_1 \left\{ \frac{4}{A^2} \left(1 + \frac{|a|}{A^2+a} \right) \right\}^m \left[\int_{A^2+a}^\infty p(x) x^m dx + \sum_{x_k > A^2+a} A_k x_k^m \right] (10),$$

гдѣ суммы

$$\sum_{x_k \leq A^2+a} A_k \quad \text{и} \quad \sum_{x_k > A^2+a} A_k x_k^m$$

распространяются на такіе значки k , для которыхъ соотвѣтственно $x_k \leq A^2 + a$ и $x_k > A^2 + a$.

Принявъ во вниманіе, что

$$c_m = \int_a^\infty p(x) x^m dx = A_1 x_1^m + \dots + A_m x_m^m$$

и отмѣтивъ, что при достаточно большихъ m

$$c_m > 0,$$

легко найдемъ

$$\int_{A^2+a}^{\infty} p(x) x''' dx < c_m + c_0 |a|'''$$

$$\sum_{x_k > A^2+a} A_k x_k^m < c_m + c_0 |a|'''$$

и потомъ изъ (10) выведемъ

$$|R_m| < 2c_0 \sigma + 2M_1 (c_m + c_0 |a|''') \left\{ \frac{4}{A^2} \left(1 + \frac{|a|}{A^2+a} \right) \right\}''' \dots (11)$$

Чтобы указать случаи, когда можно утверждать сходимость формулы квадратуръ, мы предположимъ, что при безконечномъ возрастаніи m число

$$c_m \left(\frac{\log m}{m} \right)^{2m}$$

стремится къ 0. Тогда изъ (11) нетрудно вывести, что пред. $R_m = 0$. Въ самомъ дѣлѣ, взявъ

$$A = \frac{2m}{\log m},$$

найдемъ

$$\sigma = \frac{LA}{m} = \frac{2L}{\log m},$$

откуда ясно, что пред. $\sigma = 0$. Второй же членъ неравенства (11) стремится къ 0 въ силу сдѣланнаго предположенія о моментахъ. Мы можемъ, слѣдовательно, утверждать, что формула квадратуръ (1) сходится для всякой непрерывной функціи съ непрерывной производной, которая равна 0 въ промежутка конечной длины, если выполнено условіе

$$\text{пред.}_{m=\infty} c_m \left(\frac{\log m}{m} \right)^{2m} = 0.$$

Это заключеніе остается въ силѣ для всякой непрерывной функціи $\varphi(x)$, равной 0 въ промежутка конечной длины. Въ этомъ легко убѣдиться введеніемъ вспомогательной функціи

$$\psi(x) = \frac{1}{h} \int_x^{x+h} \varphi(x) dx,$$

если повторить дословно рассужденія, применяемыя В. А. Стекловымъ въ теоріи замкнутости¹.

§ 4. Имѣя въ виду обобщить полученный результатъ, мы выведемъ нѣкоторыя заключенія о распредѣленіи чиселъ x_1, x_2, \dots, x_m . При этомъ функцію $p(x)$ подчинимъ слѣдующему ограниченію: для всякихъ двухъ чиселъ $\beta > \alpha \geq a$ интегралъ

$$\int_{\alpha}^{\beta} p(x) dx$$

положителенъ. Положивъ въ формулѣ квадратуръ

$$\int_a^{\infty} p(x) f(x) dx = A_1 f(x_1) + A_2 f(x_2) + \dots + A_m f(x_m) + R_m \dots (1)$$

непрерывную функцію $f(x)$ положительной въ конечномъ промежуткѣ (ρ, σ) и равной нулю внѣ его, мы будемъ имѣть въ лѣвой части формулы (1) положительное число, а R_m при достаточно большомъ m будетъ какъ угодно малымъ.

Отсюда вытекаетъ заключеніе: во всякій конечный промежутокъ (ρ, σ) при достаточно большомъ m попадаютъ числа x_k . Это заключеніе позволяетъ далѣе утверждать, что при безконечно возрастающемъ m разности между каждыми двумя соседними числами x_k , попадающими въ конечный промежутокъ, а равно и разности между границами этого промежутка и ближайшими къ нимъ числами x_k , стремятся къ 0. Установивъ это и применяя рассужденія Stieltjes'a² почти дословно, можно доказать, что формула квадратуръ сходится для всякой интегрируемой въ смыслѣ Риманна функции, равной 0 внѣ промежутка конечной длины.

Можно было бы и не прибѣгать къ рассужденіямъ Stieltjes'a, основаннымъ на неравенствахъ Чебышева, а поступать подобно В. А. Стеклову³.

§ 5. Положивъ $f(x) = x^s$, гдѣ s цѣлое число > 0 , при $x \leq G$ и $f(x) = 0$ при $x > G$, заключимъ въ силу доказаннаго въ предыдущемъ §, что сумма

$$\sum_{x_k \leq G} A_k x_k^s$$

¹ В. А. Стекловъ. Sur la théorie de fermeture ect. Mém. d. l'Acad. d. Sciences, Cl. Phys.-Math. VIII série, T. XXX, n° 4, 1911.

² loc. cit.

³ loc. cit.

при безконечномъ возрастаніи m стремится къ предѣлу

$$\int_a^G p(x) x^s dx$$

а, слѣдовательно, сумма

$$\sum_{x_k > G} A_k x_k^s$$

стремится къ предѣлу

$$\int_G^\infty p(x) x^s dx.$$

Взявъ G настолько большимъ, чтобы выполнялось неравенство

$$\int_G^\infty p(x) x^s dx < \frac{\varepsilon}{2},$$

гдѣ ε заданное положительное число, мы изъ сказаннаго заключимъ, что при всѣхъ достаточно большихъ m будетъ имѣть мѣсто неравенство

$$\sum_{x_k > G} A_k x_k^s < \varepsilon.$$

Установивъ это, предположимъ, что $f(x)$ интегрируема въ смыслѣ Риманна въ каждомъ конечномъ промежуткѣ и при достаточно большихъ x удовлетворяетъ неравенству

$$|f(x)| < x^s,$$

гдѣ s нѣкоторое цѣлое и положительное число. При такихъ условіяхъ для остатка формулы квадратуръ нетрудно установить неравенство

$$|R_m| < \left| \int_a^G p(x) f(x) dx - \sum_{x_k \leq G} A_k f(x_k) \right| + \left| \int_G^\infty p(x) f(x) dx \right| + \left| \sum_{x_k > G} A_k x_k^s \right|.$$

Назначивъ по произволу положительное число ε , возьмемъ G настолько большимъ, чтобы

$$\left| \int_G^\infty p(x) f(x) dx \right| < \varepsilon$$

$$\int_G^\infty p(x) x^s dx < \varepsilon/2.$$

Установивъ значеніе G , возьмемъ настолько большое число N , чтобы при $m > N$ было

$$\left| \int_a^G p(x) f(x) dx - \sum_{x_k \leq G} A_k f(x_k) \right| < \varepsilon$$

$$\sum_{x_k > G} A_k x_k^s < \varepsilon.$$

Тогда будемъ имѣть

$$|R_m| < 3\varepsilon \text{ при } m > N,$$

т. е. пред. $R_m = 0$. Такимъ образомъ устанавливается заключеніе:

формула квадратуръ (1) сходится для всякой интегрируемой функции $f(x)$, которая для достаточно большихъ x удовлетворяетъ неравенству

$$|f(x)| < x^s,$$

если

$$\text{пред.}_{m=\infty} c_m \left(\frac{\log m}{m} \right)^{2m} = 0.$$

Принявъ

$$f(x) = \frac{1}{x-z}$$

гдѣ z какое-либо комплексное число, не лежащее на отрезкѣ $(0, +\infty)$, мы можемъ утверждать, что непрерывная дробь для интеграла

$$\int_a^\infty \frac{p(x) dx}{x-z}$$

сходится къ этому интегралу всякій разъ, какъ

$$\text{пред.}_{m=\infty} c_m \left(\frac{\log m}{m} \right)^{2m} = 0.$$

Подобное предложеніе, но при болѣе ограничительныхъ условіяхъ какъ для закона возрастанія моментовъ, такъ и для значенія z въ случаѣ $a < 0$, далъ Perron¹.

¹ Mathem. Annalen, 74, 1913.

§ 6. Если мы будемъ считать нижній предѣлъ интеграла не a , а $-\infty$, и разсматривать формулу квадратуръ вида

$$\int_{-\infty}^{\infty} p(x) f(x) dx = A_1 f(x_1) + A_2 f(x_2) + \dots + A_m f(x_m) + R_m,$$

то совершенно такъ-же, какъ выше, можемъ установить предложеніе: если $f(x)$ интегрируемая функція и при достаточно большихъ x удовлетворяетъ неравенству

$$|f(x)| < x^s,$$

то формула квадратуръ будетъ сходящейся, когда четные моменты

$$c_{2m} = \int_{-\infty}^{\infty} p(x) x^{2m} dx$$

удовлетворяютъ условию

$$\lim_{m \rightarrow \infty} c_{2m} \left(\frac{\log m}{m} \right)^{2m} = 0.$$

§ 7. Предполагал только существованіе моментовъ трудно сдѣлать болѣе широкія предположенія о функціи $f(x)$ при бесконечно возрастающемъ x . Въ частныхъ случаяхъ, когда дана функція $p(x)$, возможно идти дальше, какъ мы покажемъ на двухъ наиболѣе интересныхъ примѣрахъ. Примемъ $p(x) = e^{-x^2}$ и будемъ разсматривать формулу квадратуръ между предѣлами $-\infty, +\infty$. Въ этомъ случаѣ числа x_1, x_2, \dots, x_m будутъ корнями уравненія¹

$$\frac{d^m e^{-x^2}}{dx^m} = 0 \dots \dots \dots (12)$$

Для предстоящаго изслѣдованія необходимо ближе познакомиться съ распределеніемъ корней этого уравненія. Легко убѣдиться, что функція

$$y = e^{\frac{x^2}{2}} \frac{d^m e^{-x^2}}{dx^m}$$

¹ А. Марковъ. Sur les racines de l'équation $\frac{d^m e^{-x^2}}{dx^m} = 0$. Извѣстія Императорской Академіи Наукъ 1898.

удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$y'' + (2m + 1 - x^2)y = 0 \dots\dots\dots(13)$$

Съ помощью этого уравненія можно обнаружить, что корни уравненія (12) заключены между $-\sqrt{2m+1}$ и $\sqrt{2m+1}$ ¹. Въ самомъ дѣлѣ, пусть наибольшій положительный корень есть α . Такъ какъ

$$\begin{aligned} y(\alpha) &= 0, & y(+\infty) &= 0, \\ \text{то} & & y'(\beta) &= 0, \text{ гдѣ } \alpha < \beta. \end{aligned}$$

Но съ другой стороны

$$\begin{aligned} y'(+\infty) &= 0, \\ \text{слѣдовательно} & & y''(\gamma) &= 0, \text{ гдѣ } \gamma > \beta > \alpha. \end{aligned}$$

Въ силу уравненія (13) необходимо должно быть $2m + 1 - \gamma^2 = 0$, откуда $\gamma = \sqrt{2m+1}$. Это число есть предѣлъ положительныхъ корней; предѣлъ же отрицательныхъ будетъ $-\sqrt{2m+1}$, такъ какъ корни располагаются симметрично относительно 0. Обозначимъ черезъ $\varepsilon > 0$ число, которое ближе опредѣлимъ потомъ, и будемъ разсматривать значенія x въ области

$$-\sqrt{(2m+1)(1-\varepsilon)} \leq x \leq \sqrt{(2m+1)(1-\varepsilon)} \dots\dots\dots(14)$$

Для такихъ x

$$2m + 1 - x^2 \geq \varepsilon(2m + 1),$$

слѣдовательно по извѣстной теоремѣ Штурма между каждыми двумя корнями любого интеграла уравненія

$$Y'' + \varepsilon(2m + 1) Y = 0,$$

которые численно $\leq \sqrt{(2m+1)(1-\varepsilon)}$, лежитъ хотя бы одинъ корень уравненія (12). Взявъ $Y = \cos \sqrt{\varepsilon(2m+1)} x$ легко найдемъ, что во всякомъ промежуткѣ шириною $\frac{2\pi}{\sqrt{\varepsilon(2m+1)}}$, не выходящемъ изъ области (14), лежитъ корень уравненія (12).

¹ Срв. А. Markoff. Wahrscheinlichkeitsrechnung, Leipzig u. Berlin, 1912, Anhang I, стр. 259, гдѣ авторъ доказываетъ, что корни заключены между $-\sqrt{2m}$ и $\sqrt{2m}$.

Послѣ этихъ замѣчаній предположимъ, что при достаточно большихъ x функция $f(x)$ удовлетворяетъ неравенству

$$|f(x)| < e^{x^2 - \alpha |x|}$$

гдѣ $\alpha > 0$. Обозначимъ затѣмъ черезъ a и l положительныя числа, которыя характеризуемъ подробнѣе послѣ. Рассмотримъ сумму

$$S = \sum_{a \leq x_k < a+l} A_k |f(x_k)|$$

распространенную на всѣ корни x_k , которые $\geq a$ и $< a+l$. Въ силу извѣстныхъ неравенствъ Чебышева¹ имѣемъ

$$S < e^{(a+l)^2 - \alpha(a+l)} \int_{x_i}^{x_j} e^{-x^2} dx,$$

гдѣ x_i корень ближайшій къ a и меньшій a , а x_j — корень, ближайшій къ $a+l$ и большій $a+l$.

Если $a \leq \sqrt{(2m+1)(1-\varepsilon)}$, то по замѣченному выше во всякомъ случаѣ

$$x_i > a - \frac{2\pi}{\sqrt{\varepsilon(2m+1)}}$$

слѣдовательно

$$S < e^{(a+l)^2 - \alpha(a+l)} \int_{a - \frac{2\pi}{\sqrt{\varepsilon(2m+1)}}}^{\infty} e^{-x^2} dx < e^{-a \left(\alpha - 2l - \frac{4\pi}{\sqrt{\varepsilon(2m+1)}} \right)}.$$

Возьмемъ теперь

$$\varepsilon = \frac{16 \pi^2 (\log m)^3}{2m+1}$$

$$l = \frac{1}{2} \alpha - \frac{1}{2} \sigma,$$

гдѣ $\sigma < \alpha$ и > 0 . Тогда, положивъ $\beta = \frac{1}{2} \sigma$, при достаточно большихъ m будемъ имѣть

$$S < e^{-a\beta}.$$

¹ Чебышевъ. Sur les valeurs limites des intégrales, Journal de Liouville. T. XIX, 1874, 2^e sér. А. Марковъ. О нѣкоторыхъ приложеніяхъ алгебраическихъ непрерывныхъ дробей. С.-Петербургъ. 1884.

Теперь уже нетрудно установить для суммы

$$S' = \sum_{a \leq x_k \leq \sqrt{(2m+1)(1-\varepsilon)}} A_k f(x_k)$$

неравенство

$$|S'| < e^{-\beta a} (1 + e^{-\beta l} + e^{-2\beta l} + \dots) = \frac{e^{-\beta a}}{1 - e^{-\beta l}}.$$

Съ другой стороны находимъ

$$\sum_{\sqrt{(2m+1)(1-\varepsilon)} < x_k < \sqrt{2m+1}} A_k f(x_k) < e^{\varepsilon(2m+1) - \alpha \sqrt{2m+1} + \frac{4\pi}{\sqrt{\varepsilon}}},$$

такъ что наконецъ

$$\left| \sum_{x_k \geq a} A_k f(x_k) \right| < \frac{e^{-\beta a}}{1 - e^{-\beta l}} + e^{\frac{\sqrt{2m+1}}{\log m} - \alpha \sqrt{2m+1} + 16\pi^2 (\log m)^2} \dots (15)$$

Совершенно такое же неравенство найдемъ для суммы

$$\sum_{x_k \leq -a} A_k f(x_k).$$

Послѣ этого, назначивъ произвольное положительное число η , возьмемъ a столь большимъ, чтобы было

$$\frac{e^{-\beta a}}{1 - e^{-\beta l}} < \eta, \quad \left| \int_a^\infty e^{-x^2} f(x) dx \right| < \eta, \quad \left| \int_{-\infty}^{-a} e^{-x^2} f(x) dx \right| < \eta.$$

Затѣмъ опредѣляемъ такое число N , чтобы при $m > N$ оказалось

$$e^{\frac{\sqrt{2m+1}}{\log m} - \alpha \sqrt{2m+1} + 16\pi^2 (\log m)^2} < \eta$$

$$\left| \int_{-a}^a e^{-x^2} f(x) dx - \sum_{-a < x_k < +a} A_k f(x_k) \right| < \eta,$$

что возможно, такъ какъ моменты функции $p(x) = e^{-x^2}$ удовлетворяютъ условію § 6. Имѣя въ виду неравенство (15), безъ труда видимъ, что при $m > N$

$$|R_m| < 7\eta.$$

Слѣдовательно, разсматриваемая формула квадратуръ будетъ сходящейся, если при достаточно большихъ x

$$|f(x)| < e^{x^2 - \alpha |x|}, \quad \text{гдѣ } \alpha > 0.$$

§ 8. Наконецъ примемъ

$$p(x) = x^{\lambda-1} e^{-x},$$

гдѣ $\lambda > 0$ и будемъ разсматривать формулу квадратуръ между предѣлами 0 и $+\infty$. Въ этомъ случаѣ числа x_1, x_2, \dots, x_m будутъ корнями полинома

$$P_m = e^x x^{1-\lambda} \frac{d^m x^{m+\lambda-1} e^{-x}}{dx^m}.$$

Нетрудно установить, что функція

$$v = e^{-\frac{1}{2}x} x^{\frac{\lambda}{2}} P_m$$

удовлетворяетъ дифференціальному уравненію

$$v'' + v \left(\frac{m + \frac{\lambda}{2}}{x} - \frac{1}{4} + \frac{\lambda^2}{4x^2} \right) = 0.$$

На основаніи этого можно совершенно такъ-же, какъ въ § 7, показать, что всѣ корни полинома $P_m(x)$ меньше $4m + 3\lambda$. Положивъ затѣмъ $\sigma > 1$, $\frac{\sigma-1}{4} = k^2$, можно убѣдиться, что во всякомъ промежуткѣ ширины $\frac{2\pi}{k}$, который не выходитъ изъ области

$$0 \leq x \leq \frac{4m}{\sigma},$$

навѣрно лежитъ хотя бы одинъ корень полинома $P_m(x)$. Положивъ, что при достаточно большихъ x функція $f(x)$ удовлетворяетъ неравенству

$$|f(x)| < e^{hx}, \quad \text{гдѣ } h < 1$$

и принявъ въ соображеніе, что

$$\sum_{\alpha \leq x_k < \beta} A_k < \int_{\alpha - \frac{2\tau}{k}}^{\infty} x^{\lambda-1} e^{-x} dx < \frac{e^{-\alpha + \frac{2\tau}{k}}}{\lambda} \left(\alpha - \frac{2\tau}{k} \right)^{\lambda},$$

если $\alpha \leq \frac{4m}{\sigma}$, легко найдемъ

$$\left| \sum_{x \leq x_k < x+l} A_k f(x_k) \right| < \gamma \cdot \alpha^\lambda e^{-(1-h)x}; \quad \gamma = \frac{e^{hl + \frac{2\pi}{k}}}{\lambda}$$

и отсюда дальше выведемъ

$$\left| \sum_{\alpha \leq x_k < \frac{4m}{\sigma}} A_k f(x_k) \right| < \gamma \left\{ \alpha^\lambda e^{-(1-h)x} + (\alpha + l)^\lambda e^{-(1-h)(x+l)} + \dots \right\} = \psi(\alpha).$$

Послѣ этого безъ труда установимъ неравенство

$$\left| \sum_{x_k \geq \frac{4m}{\sigma}} A_k f(x_k) \right| < e^{h(4m+3\lambda)} \int_{\frac{4m}{\sigma} - \frac{2\pi}{k}}^{\infty} x^{\lambda-1} e^{-x} dx < \gamma' \cdot m^\lambda e^{-\frac{4m}{\sigma}(1-h\tau)},$$

гдѣ γ' при безконечномъ возрастаніи m остается конечнымъ. Наконецъ, подчинимъ число σ условію

$$h\tau < 1.$$

Въ силу совокупности выведенныхъ неравенствъ находимъ, что

$$\begin{aligned} |R_m| &< \left| \int_0^{\frac{4m}{\sigma}} x^{\lambda-1} e^{-x} f(x) dx - \sum_{x_k < x} A_k f(x_k) \right| + \\ &+ \left| \int_{\frac{4m}{\sigma}}^{\infty} x^{\lambda-1} e^{-x} f(x) dx \right| + \psi(x) + \gamma' m^\lambda e^{-\frac{4m}{\sigma}(1-h\tau)} \end{aligned}$$

Обозначивъ черезъ η произвольно заданное положительное число, выберемъ α столь большимъ, чтобы удовлетворялись неравенства

$$\psi(x) < \eta$$

$$\left| \int_x^{\infty} x^{\lambda-1} e^{-x} f(x) dx \right| < \eta.$$

Затѣмъ, имѣя въ виду, что моменты функцій $x^{\lambda-1} e^{-x}$ удовлетворяютъ условію § 5, мы можемъ найти такое число N , чтобы при $m > N$ было

$$\left| \int_0^{\infty} x^{\lambda-1} e^{-x} f(x) dx - \sum_{x_k < \infty} A_k f(x_k) \right| < \eta$$

$$\gamma' m^{\lambda} e^{-\frac{4m}{\sigma}(1-h\sigma)} < \eta,$$

но тогда получимъ

$$|R_m| < 4\eta \text{ при } m > N.$$

Это позволяетъ высказать заключеніе: въ случаѣ $p(x) = x^{\lambda-1} e^{-x}$ формула квадратуръ будетъ сходящейся для всякой интегрируемой функціи $f(x)$, которая при достаточно большихъ x удовлетворяетъ неравенству

$$|f(x)| < e^{hx}, \quad h < 1.$$

О системѣ α въ Гончихъ Собакахъ.

А. А. Бѣлопольскаго.

(Доложено въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 27 апрѣля 1916 г.).

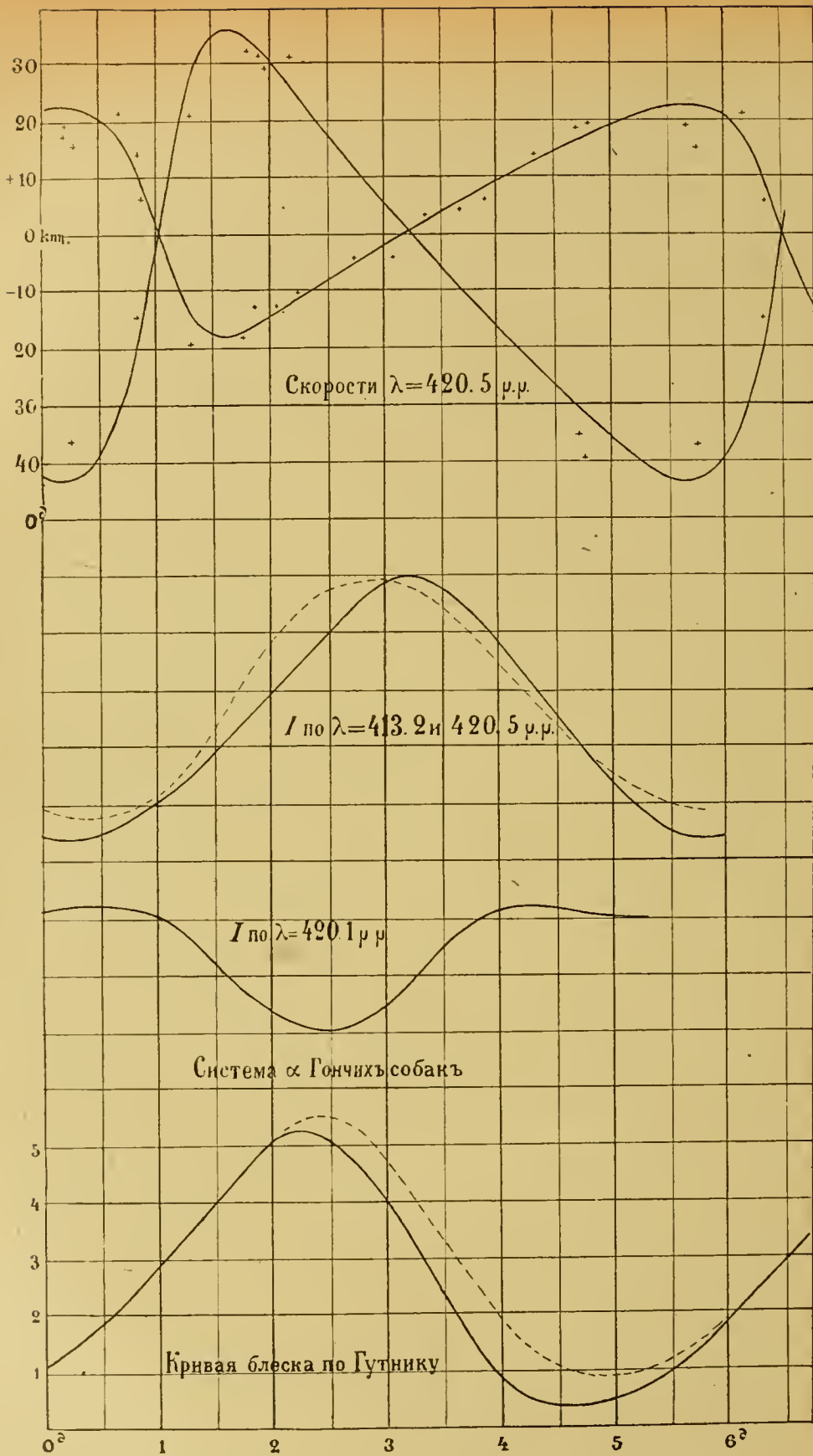
Послѣ появленія въ печати моей статьи, содержащей изслѣдованіе спектра звѣзды α Гончихъ Собакъ (см. ИАН. и ИНГО. въ Пулковѣ № 70) получена была статья г. Гутника, содержащая фотометрическія изслѣдованія той-же звѣзды (Guthnick und Prager. Photoelectrische Untersuchungen an spectroscop. Doppelsternen. Berlin-Babelsberg).

Любопытно и важно сопоставить между собой результаты тѣхъ и другихъ изслѣдованій.

Напомню вкратцѣ результаты спектральныхъ изслѣдованій. Въ спектрѣ этой звѣзды (типа *A* съ ясно выраженными линиями металловъ) встрѣчаются два сорта линій: постоянной интенсивности и неизмѣнной длины волны и перемѣнной интенсивности и перемѣнной длины волны; перемѣнные интенсивности періодичны и періодъ былъ найденъ по наблюденіямъ 1913, 1914 и 1915 гг. (последнія еще не опубликованы) равнымъ 5.47 сут.

Перемѣнные линіи въ свою очередь раздѣляются на двѣ группы: наибольшая интенсивность однихъ совпадаетъ по времени съ наименьшей интенсивностью другихъ и обратно. Къ первой категоріи принадлежатъ линіи, отождествленныя съ линіями Европія ($\lambda = 413.0 \mu\mu$, $420.5 \mu\mu$, $429.0 \mu\mu$ и т. д.); ко вторымъ — линіи неизвѣстнаго химическаго элемента ($\lambda = 420.1 \mu\mu$, $425.6 \mu\mu$, $427.4 \mu\mu$ и т. д.).

Лучевыя скорости по смѣщенію перемѣнныхъ линій такъ-же разнятся для двухъ категорій линій, т. е. эпохи одинаковыхъ фазъ (максимальныхъ скоростей или минимальныхъ) отличаются на полперіода. Линіи того и другого типа въ опредѣленные эпохи раздвигаются. Это болѣе опредѣленно наблюдалось въ линіяхъ 2-го подраздѣленія ($\lambda = 420.1 \mu\mu$). Наибольшая разность лучевыхъ скоростей получилась равною отъ 54 до $60 \frac{\text{km}}{\text{sec.}}$.



Въ моей статьѣ я сдѣлалъ гипотезу, что мы имѣемъ дѣло со спектрально двойной звѣздой, для орбиты которой $i = 90^\circ$ и вывелъ элементы: $a = 4000000$ км., $m_1 + m_2 = 0.11 \odot$; $\gamma = -5$ км. Это относится какъ къ линіямъ Европія, такъ и къ линіямъ неизвѣстнаго химическаго вещества, характеризуемаго линіями $\lambda = 420.1$ μ . и т. д. Нужно было ожидать подтвержденія этихъ выводовъ отъ фотометрическихъ изслѣдованій звѣзды— звѣзда должна быть переменной.

Фотометрическія изслѣдованія г. Гутника при помощи его высоко-чувствительнаго прибора подтвердили это ожиданіе.

Звѣзда оказалась переменной типа δ Cephei съ амплитудой равной 0.05 звѣзд. велич. Періодъ очень близокъ къ найденному мною $= 5.54$ сут. Астрономъ Юрьевской Обсерваторіи, г. Шенбергъ любезно сообщилъ мнѣ, что онъ нашелъ по своимъ наблюденіямъ при помощи изобрѣтеннаго имъ фотометра, что звѣзда эта переменная, при чемъ періодъ въ точности равенъ найденному мною: 5.47 сут. и амплитуда $= 0.08$ звѣзд. величины.

Важно теперь сопоставить эпохи фазъ: максимальнаго блеска звѣзды, максимальной интенсивности различныхъ линій и максимальныхъ лучевыхъ скоростей. У переменныхъ звѣздъ обычно эпоха наибольшей яркости совпадаетъ съ эпохой наибольшихъ лучевыхъ скоростей (тѣла находятся на концахъ оси орбиты перпендикулярной къ лучу зрѣнія), а эпохи наименьшей яркости совпадаютъ съ эпохой, когда лучевыя скорости равны нулю. (Предполагается, что движеніе системы исключено).

Г. Гутникъ даетъ въ своей статьѣ максимумъ яркости звѣзды для эпохи $= 2420242.2$ (J. D.) и періодъ 5.54 сут. Если редуцировать его наблюденія съ болѣе достовѣрнымъ періодомъ $= 5.47$ сут., то эта эпоха получится $= 2420241.9$ (J. D.) $+ n \times 5.47$ сут.

Наибольшая интенсивность линій Европія получаетъ для эпохъ равныхъ 2420241.5 (J. D.) $+ n \times 5.47$ сут.

Такое совпаденіе эпохъ не совместимо, такъ какъ наибольшую интенсивность линій можно ожидать, какъ указано выше, только въ эпохи минимума блеска звѣзды (затменіе). Итакъ то тѣло, которое даетъ переменныя линіи Европія въ своемъ спектрѣ не обуславливаетъ переменны блеска свѣтила.

Но за то линіи неизвѣстнаго химическаго элемента, характеризуемаго линіями $\lambda = 420.1$ μ и т. д., становятся наиболѣе интенсивными въ эпохи, отличающіяся отъ указанныхъ на полперіода, т. е. во время минимума яркости свѣтила, что вполне гармонируетъ съ представленіемъ о двухъ тѣлахъ, затмевающихъ одно другое.

На приложенных кривых изображены перемены яркости по Гутнику (пунктиром обозначена кривая послѣ переработки матеріала съ періодомъ 5.47 сут.), перемены интенсивности линий $\lambda = 413.2 \mu\mu$, 420.5 и линий $\lambda = 420.1$. Затѣмъ даны кривыя лучевыхъ скоростей компонентовъ линии $\lambda = 420.5 \mu\mu$ (Европія).

Для рѣшенія остающихся открытыхъ вопросовъ разсматриваемаго явленія (уменьшеніе интенсивности линий Европія и соотвѣтствующія перемены скоростей) слѣдуетъ искать нѣтъ-ли слѣдовъ вторичнаго фотометрическаго максимума или минимума блеска звѣзды, а также изслѣдовать не представляетъ-ли величина γ (скорость центра) періодической зависимости отъ времени. Если это окажется такъ, то возможно, что тѣло разсматриваемой системы, характеризуемое линиями постоянной интенсивности и постоянной лучевой скоростью, представляетъ тотъ центръ, около котораго оба тѣла съ линиями Европія и линиями неизвѣстнаго химическаго элемента совершаютъ свой круговоротъ. Для рѣшенія этихъ вопросовъ накапливается новый матеріалъ.

О вѣроятныхъ движеніяхъ въ спиральной туманности созвѣздія Гончихъ Собакъ (Messier 51), замѣченныхъ стереоскопически.

С. К. Костинскаго.

(Предварительная замѣтка).

(Представлено академикомъ А. А. Бѣлопольскимъ въ засѣданіи Отдѣленія Физико-Математическихъ наукъ 11 мая 1916 г.).

1. Большая спиральная туманность Messier 51, наиболее типичная изъ объектовъ этого рода и являющаяся, поэтому, какъ-бы наилучшей иллюстраціей къ извѣстной космогонической гипотезѣ Чемберленъ-Мультона, давно уже интересовала наблюдателей, съ точки зрѣнія возможныхъ измѣненій въ ней — за продолжительный періодъ времени. Еще Lord Ross, открывшій ея спиральность весною 1845 года, выражаетъ сомнѣніе, чтобы объектъ такого рода могъ существовать въ состояніи статическаго равновѣсія — безъ внутреннихъ движеній (Phil. Trans. 1850 г., р. 504). Поэтому, еще въ 1849—50 гг., его ассистентомъ J. Stoney были сдѣланы микрометрическія измѣренія положенія нѣкоторыхъ звѣздъ или узловъ въ туманности — относительно ея центра; затѣмъ, въ 70-хъ годахъ, R. Copeland повторилъ эти измѣренія большимъ рефлекторомъ той-же Обсерваторіи Lord Ross'а въ Birr Castle; къ сожалѣнію, всѣ эти визуальныя измѣренія, сопряженныя съ значительными трудностями вследствие слабости объекта, повидимому были недостаточно точны для указанной выше цѣли.

Съ 1889 г. по 1904 г. цѣлый рядъ прекрасныхъ фотографическихъ снимковъ туманности былъ полученъ I. Roberts'омъ, съ помощью 20-ти дюймоваго рефлектора, и нѣкоторые изъ нихъ были измѣрены какъ имъ

самимъ, такъ и, особенно подробно, его вдовой M-rs Dorothea Isaak-Roberts, именно съ цѣлью изучить возможные измѣненія въ расположеніи отдѣльных частей туманности. Нѣкоторые намеки на такія измѣненія повидимому получились (см. «Rivista di Astronomia...» 1910 г. pp. 31—41 и 62—79), но самъ авторъ послѣдняго мемуара считаетъ, по разнымъ причинамъ, свой матеріалъ и средства для его изученія еще недостаточными для рѣшенія этого тонкаго вопроса.

2. Начиная съ 1896 г., мнѣ удалось получить, съ помощью Пулковскаго большаго астрографа, 12 снимковъ сказанной туманности съ выдержками отъ 47 минутъ до 3 часовъ, и на нѣкоторыхъ изъ нихъ имѣется цѣлый рядъ тонкихъ и хорошо опредѣленныхъ деталей внутри туманности, которыя большею частью являются замытыми, вслѣдствіе передержки, на фотографіяхъ Roberts'a и позднѣйшихъ снимкахъ Keeler'a; кромѣ того, отчетливость изображеній, какъ извѣстно, значительно выше для нормальныхъ астрографовъ, чѣмъ для очень свѣтосильныхъ рефлекторовъ — на значительномъ протяженіи поля зрѣнія. Все это давало надежду, что при достаточной разности энохъ можно будетъ замѣтить слабыя движенія отдѣльных узловъ туманности, если они вообще имѣютъ мѣсто.

Дѣйствительно, сравнивая на стереокомпараторѣ первый и послѣдній изъ моихъ снимковъ, снятыхъ въ мартѣ 1896 г. и въ апрѣлѣ 1916 г., я замѣтилъ почти несомнѣнные смѣщенія, за промежутокъ въ 20 лѣтъ, какъ нѣкоторыхъ характерныхъ узловъ, лежащихъ на спиралахъ туманности, такъ и цѣлаго ряда звѣздъ — въ самой туманности и въ ея окрестностяхъ, часть которыхъ вѣроятно связана съ нею физически.

Предварительныя стереоскопическія измѣренія данной пары пластинокъ, относящіяся къ 36 отдѣльнымъ узламъ, показали, что замѣченныя собственныя движенія ихъ, относительно центра туманности, имѣютъ, повидимому, систематическій характеръ въ различныхъ ея частяхъ, и привели меня къ слѣдующимъ предварительнымъ выводамъ:

а) на вѣншей спирали (I) туманности движенія происходятъ такимъ образомъ, что какъ будто отдѣльныя части ея въ общемъ удаляются отъ центра (N), при чемъ спираль имѣетъ тенденцію закручиваться въ направленіи противъ движенія стрѣлки часовъ;

б) наоборотъ, во внутренней спирали (II), въ восточной ея части, преобладаетъ направленіе движеній къ центру туманности, и если есть тенденція закручиваться, то скорѣе въ противоположномъ направленіи — по стрѣлкѣ часовъ;

г) въ среднемъ, собственныя движенія отдѣльных узловъ или звѣздъ

суть порядка $0''.04$ — $0''.05$ въ годъ, но варіируются въ довольно широкихъ предѣлахъ.

Въ окрестностяхъ туманности Messier 51, на тѣхъ-же пластинкахъ, мною отмѣченъ еще цѣлый рядъ слабыхъ и болѣе яркихъ звѣздъ съ весьма замѣтнымъ собственнымъ движеніемъ. Между прочимъ, на $26'$ къ ENEtE отъ центра туманности находится двойная звѣзда, съ разстояніемъ компонентовъ около $5''$, и составляющіе которой (11—12 вел. каждый) имѣютъ несомнѣнное движеніе относительно другъ друга: возможно, что эта звѣзда окажется новой, физически двойной парой.

Я надѣюсь, что детальная обработка имѣющагося у меня подъ руками матеріала позволитъ выяснитъ въ ближайшемъ будущемъ, насколько реальны отмѣченные выше результаты предварительныхъ измѣреній этого интереснаго небеснаго объекта.

Пулково, 10-го мая 1916 г.

Новыя изданія Императорской Академіи Наукъ.

(Вынуты въ свѣтъ 15—31 мая 1916 года).

50) Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI Серіал. (Bulletin..... VI Série). 1916. № 9, 15 мая. Стр. 673 — 780. 1916. lex. 8°. — 1616 экз.

51) Матеріалы для изученія естественныхъ производительныхъ силъ Россіи. 6. Алюминіевыя руды и возможности ихъ нахожденія въ Россіи. В. В. Аршинова (I-+ 29 стр.). 1916. 8°. — 2016 экз. Цѣна 20 коп.; 20 сор.

52) Пособія для работъ по армяно-грузинской филологіи. IV. Программа для собранія діалектическихъ матеріаловъ по грузинскому языку (24 стр.). 1916. 8°. — 315 экз. Въ продажѣ не поступаетъ.

53) Каталогъ изданій Императорской Академіи Наукъ. Часть III. Отдѣльные изданія на иностранныхъ языкахъ. Съ 1726 года по 1-е марта 1916 года (Catalogue des livres publiés par l'Académie Impériale des Sciences. Partie III. Ouvrages publiés séparément en langues étrangères. Depuis 1726 jusqu'au 1 mars 1916). (I-+ IV-+ 162 стр.). 1916. 8°. — 2015 экз.

Цѣна 10 коп.; 10 сор.

Оглавление. — Sommaire.

	СТР.		PAG.
Извлеченія изъ протоколовъ засѣданій Академіи	781	*Extraits des procès-verbaux des séances de l'Académie	781
Приложенія: Уставъ Русскаго Ботаническаго Общества.	786-791	*Appendice: Statuts de la Société Russe Botanique.	786-791
Списокъ фотографій халдскихъ, христіанскихъ и мусульманскихъ древностей Ванскаго округа. .	817-822	— Liste des photographies des antiquités chaldées, chrétiennes et musulmanes du district de Van. .	817-822
Статьи:		Mémoires:	
В. В. Бартольдъ. Греко-бактрійское государство и его распространеніе на сѣверо-востокъ	823	*V. V. Barthold. Le royaume grecque de la Bactriane et son extension du côté du nord-est.	823
В. А. Стекловъ. О приближенномъ вычисленіи опредѣленныхъ интеграловъ при помощи формулъ механическихъ квадратуръ. Остаточный членъ формулъ механическихъ квадратуръ. (Сообщеніе второе). .	829	*W. A. Stekloff (V. Steklov). Sur le calcul approché des intégrales définies à l'aide des quadratures, dites mécaniques. Terme complémentaire des formules des quadratures. II.	829
Я. В. Успенскій. О сходимости формулъ механическихъ квадратуръ между безконечными предѣлами.	851	*J. V. Uspenskij. Sur la convergence de quadratures, dites mécaniques, entre les limites infinies.	851
А. А. Бѣлопольскій. О системѣ α въ Гончихъ Собакахъ.	867	*A. A. Bëlopol'skij. Sur le système α des Chiens de Chasse.	867
С. К. Костинскій. О вѣроятныхъ движеніяхъ въ спиральной туманности созвѣздія Гончихъ Собакъ (Messier 51), замѣченныхъ стереоскопически. (Предварительная замѣтка). .	871	*S. K. Kostinskij. Sur les mouvements probables dans la nébuleuse spirale des Chiens de Chasse, découverts stéréoscopiquement. (Note préliminaire).	871
Новыя изданія	874	*Publications nouvelles.	874
Оглавленіе первой части.	I—VIII	*Sommaire de la première partie . .	I—VIII

Заглавіе, отмѣченное звѣздочкою *, является переводомъ заглавія оригинала.

Le titre désigné par un astérisque * présente la traduction du titre original.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
Май 1916 г. Непремѣнный Секретарь академикъ С. Олденбургъ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ (Вас. Остр., 9-я л., № 12).



3 2044 093 253 730

